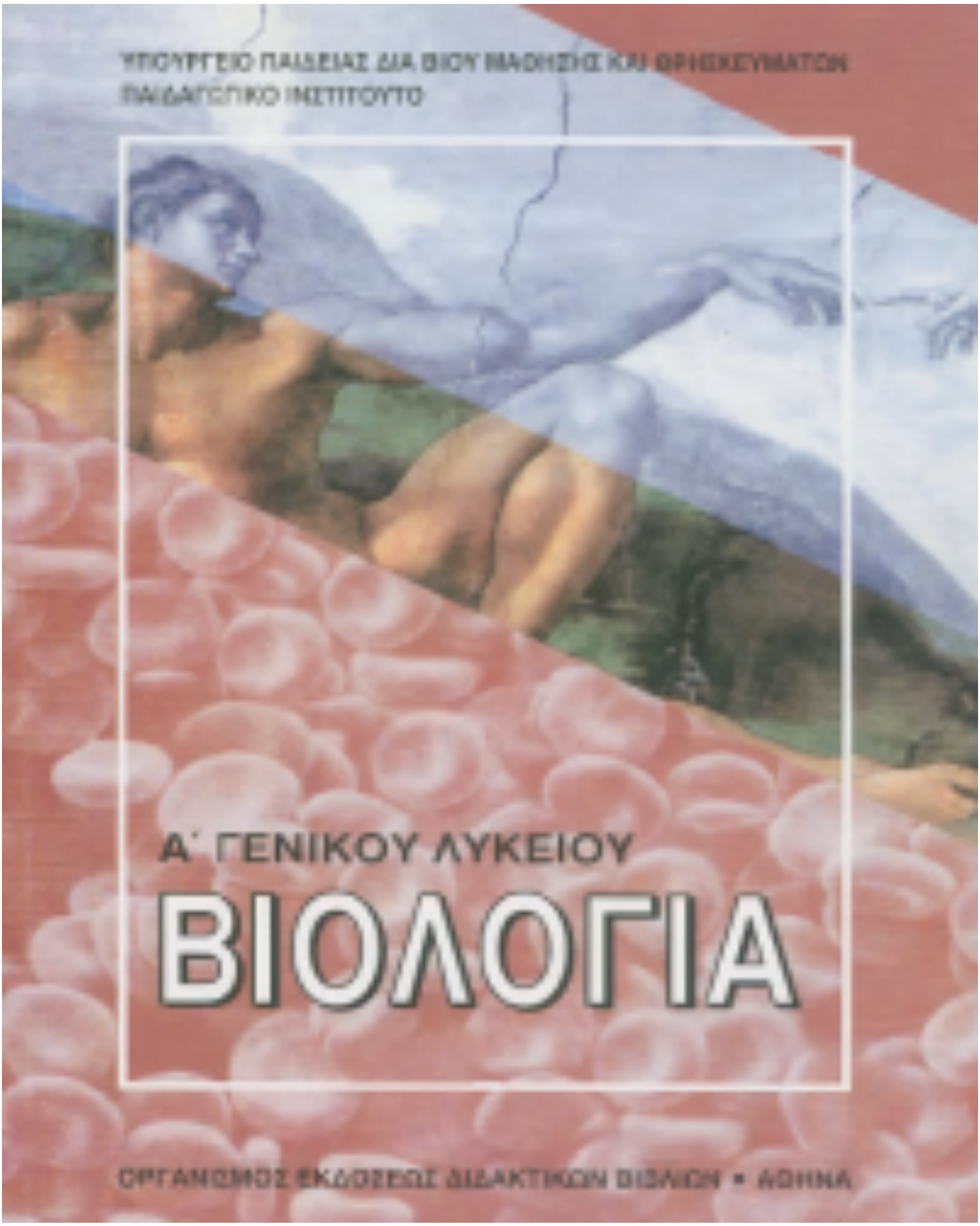
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ



Α΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ • ΑΘΗΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. ΑΠΟ ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ΣΤΟΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ

ΚΥΤΤΑΡΑ ΚΑΙ ΙΣΤΟΙ

Ο ανθρώπινος οργανισμός συνίσταται από τρισεκατομμύρια κύτταρα. Τα κύτταρα αυτά εμφανίζουν σημαντική ποικιλομορφία, που αφορά το μέγεθος, το σχήμα το χρώμα κ.ά. Παρ' όλο που προέρχονται από ένα αρχικό κύτταρο, το ζυγωτό, με αλλεπάλληλες μιτωτικές διαιρέσεις, αποκτούν τελικά διαφορετικά μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά με τη διαδικασία της **διαφοροποίησης.** Τα χαρακτηριστικά αυτά τους επιτρέπουν να επιτελούν αποτελεσματικά τις εξειδικευμένες λειτουργίες τους. Κύτταρα μορφολογικά όμοια, που συμμετέχουν στην ίδια λειτουργία αποτελούν έναν **ιστό.**

Διακρίνουμε τέσσερα είδη ιστών, τον επιθηλιακό, τον ερειστικό, το μυϊκό και το νευρικό.

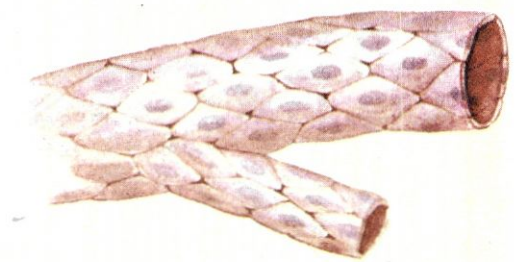
Επιθηλιακός ιστός

Ο **επιθηλιακός ιστός** αποτελείται από κύτταρα στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους, που σχηματίζουν επιφάνειες, οι οποίες καλύπτουν εξωτερικά το σώμα ή επενδύουν εσωτερικά διάφορες κοιλότητες. Τα επιθηλιακά κύτταρα έχουν ποικίλη μορφολογία. Για παράδειγμα, αυτά που σχηματίζουν το τοίχωμα των τριχοειδών αγγείων (εικ.1.1) ή των πνευμονικών κυψελίδων είναι πεπλατυσμένα.

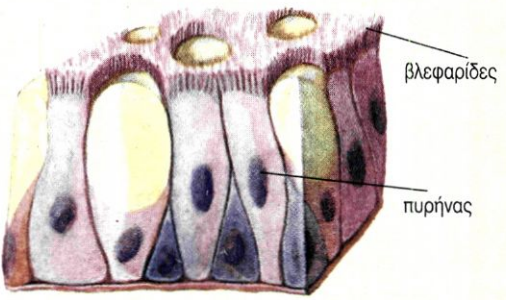
Ο ρόλος του επιθηλιακού ιστού είναι κυρίως προστατευτικός. Απομακρύνει επίσης βλέννα και σκόνη, επιτρέπει τη διάχυση και την απορρόφηση ουσιών και τέλος συμβάλλει στην παραγωγή και έκκριση προϊόντων.

Πολλά επιθηλιακά κύτταρα φέρουν βλεφαρίδες ή μικρολάχνες και σχηματίζουν τον **κροσσωτό επιθηλιακό ιστό**. (εικ.1.2) Τέτοιος ιστός επενδύει εσωτερικά τις αεροφόρες οδούς. Οι βλεφαρίδες του απομακρύνουν τη βλέννα, πάνω στην οποία έχουν προσκολληθεί μικρόβια ή σκόνες. Τα επιθηλιακά κύτταρα του λεπτού εντέρου φέρουν πολυάριθμες μικρολάχνες, οι οποίες συμβάλλουν στην απορρόφηση χρήσιμων τελικών προϊόντων της πέψης.

Μερικές φορές κύτταρα του επιθηλιακού ιστού μπορεί να παράγουν και να εκκρίνουν κάποιο προϊόν και τότε συνιστούν έναν **αδένα**. Ένας αδένας μπορεί να αποτελείται από πολλά κύτταρα (όπως οι σιελογόνοι) ή από ένα μόνο κύτταρο (όπως τα βλεννογόνα κύτταρα του γαστρεντερικού σωλήνα).



εικ. 1.1 Πλακώδη επιθηλιακά κύτταρα

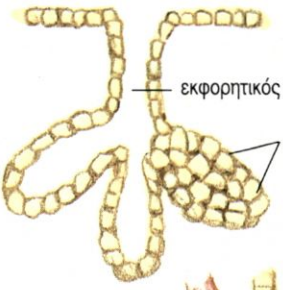


εικ. 1.2 Κροσσωτός επιθηλιακός ιστός

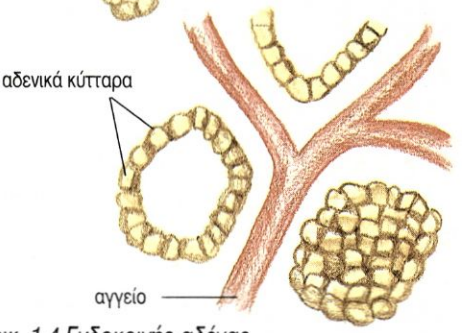
Οι **εξωκρινείς αδένες** (εικ.1.3) εκκρίνουν τα προϊόντα τους διά μέσου ενός εκφορητικού πόρου είτε έξω από το σώμα (π.χ. οι ιδρωτοποιοί αδένες) είτε σε εσωτερικές κοιλότητες (π.χ. οι σιελογόνοι αδένες).

Οι **ενδοκρινείς αδένες** (εικ.1.4) εκκρίνουν τα προϊόντα τους κατευθείαν στο αίμα (π.χ. η υπόφυση).

Οι **μεικτοί αδένες** περιλαμβάνουν εξωκρινή και ενδοκρινή μοίρα. Για παράδειγμα, η εξωκρινής μοίρα του παγκρέατος εκκρίνει το παγκρεατικό υγρό στο δωδεκαδάκτυλο, διά μέσου του παγκρεατικού πόρου, ενώ η ενδοκρινής μοίρα εκκρίνει στο αίμα την ινσουλίνη και τη γλυκαγόνη, οι οποίες ελέγχουν τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα.



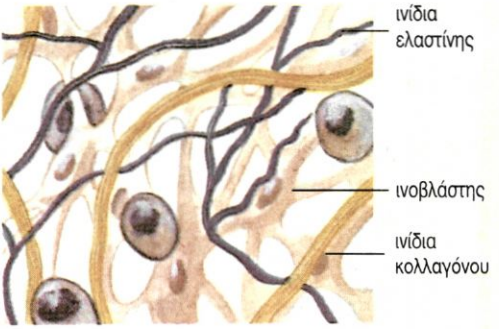
εικ. 1.3 Εξωκρινής αδένας



εικ. 1.4 Ενδοκρινής αδένας

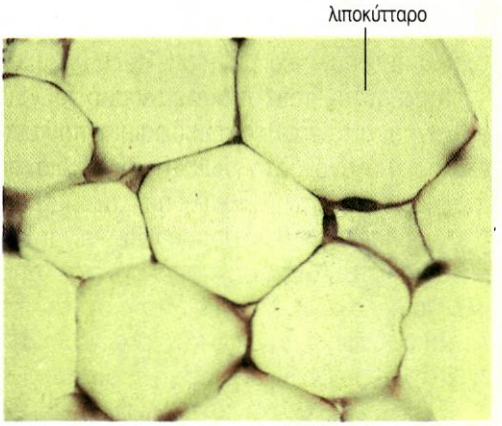
Ερειστικός ιστός

Ο **ερειστικός ιστός** αποτελείται από κύτταρα που βρίσκονται μέσα σε άφθονη μεσοκυττάρια ουσία. Η μεσοκυττάρια ουσία μπορεί να περιέχει δύο τύπων πρωτεϊνικά ινίδια, το κολλαγόνο, που της προσδίδει αντοχή και ελαστικότητα, και την ελαστίνη, που της προσδίδει περισσότερη ελαστικότητα. Ο ερειστικός ιστός συνδέει δομές μεταξύ τους, προσφέρει στήριξη και προστασία. Διακρίνεται σε συνδετικό, χόνδρινο και οστίτη ιστό.



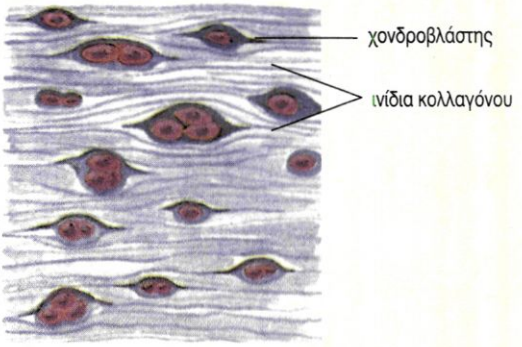
εικ. 1.5 Χαλαρός συνδετικός ιστός

Ο **συνδετικός ιστός** διακρίνεται σε χαλαρό και πυκνό. Ο χαλαρός συνδετικός ιστός συναντάται κυρίως στο δέρμα. Η μεσοκυττάρια ουσία του περιέχει ίνες κολλαγόνου και ελαστίνης (εικ.1.5). Η μεσοκυττάρια ουσία του πυκνού συνδετικού ιστού αποτελείται κυρίως από ινίδια κολλαγόνου σε δεσμίδες. Συναντάται στους συνδέσμους των αρθρώσεων και στους τένοντες που συνδέουν τους σκελετικούς μυς με τα οστά. Ο λιπώδης ιστός είναι ένας ειδικός τύπος χαλαρού συνδετικού ιστού, του οποίου τα κύτταρα (λιποκύτταρα) αποθηκεύουν λίπος (εικ.1.6).



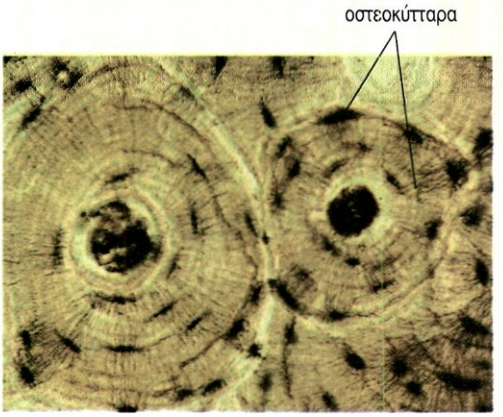
εικ. 1.6 Λιπώδης ιστός

Ο **χόνδρινος ιστός** είναι στέρεος και συγχρόνως εύκαμπτος. Τα κύτταρά του, οι χονδροβλάστες, βρίσκονται μέσα σε κοιλότητες της μεσοκυττάριας ουσίας (εικ.1.7). Ο ιστός αυτός συναντάται στους αρθρικούς χόνδρους, στο πτερύγιο του αυτιού, στους μεσοσπονδύλιους δίσκους κτλ.



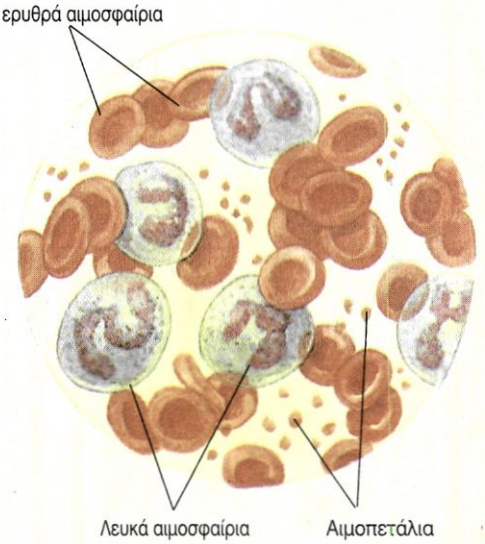
εικ. 1.7 Χόνδρινος ιστός

Ο **οστίτης ιστός**, που συναντάται στα οστά, αποτελείται από εξαιρετικά σκληρή μεσοκυττάρια ουσία, η οποία περιέχει άλατα και ινίδια κολλαγόνου. Μέσα σε κοιλότητές της υπάρχουν τα οστεοκύτταρα (εικ.1.8).



εικ. 1.8 Συμπαγής οστίτης ιστός

Το **αίμα** θεωρείται από τους περισσότερους ερευνητές ως ιδιαίτερος τύπος συνδετικού ιστού, που αποτελείται από τρία είδη κυττάρων: τα ερυθρά αιμοσφαίρια, που μεταφέρουν οξυγόνο, τα λευκά αιμοσφαίρια, που συμβάλλουν στην άμυνα, και τα αιμοπετάλια, που συμμετέχουν στην πήξη του αίματος. Η μεσοκυττάρια ουσία σ' αυτή την περίπτωση είναι υγρή και αποτελεί το πλάσμα του αίματος (εικ.1.9).

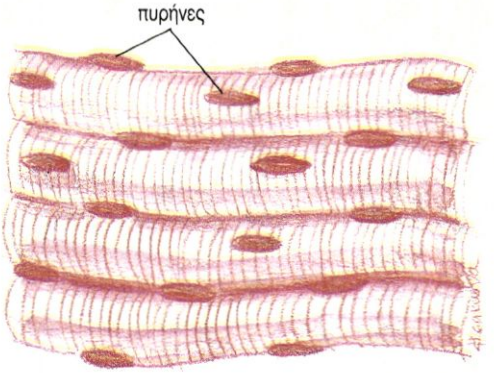


εικ. 1.9 Αίμα

Μυϊκός ιστός

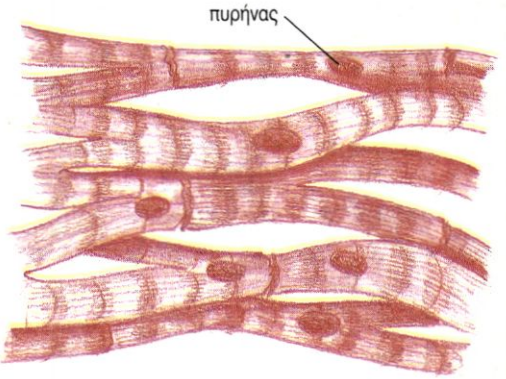
Ο **μυϊκός ιστός** αποτελείται από κύτταρα, τις μυϊκές ίνες, οι οποίες έχουν την ικανότητα να συστέλλονται, επιτρέποντας κινήσεις. Υπάρχουν τρεις τύποι μυϊκού ιστού.

Ο **σκελετικός μυϊκός ιστός** συναντάται στους σκελετικούς μυς και αποτελείται από σχετικά μακριές κυλινδρικές μυϊκές ίνες, που φέρουν γραμμώσεις. Η συστολή τους γίνεται με τη θέλησή μας. (εικ.1.10).



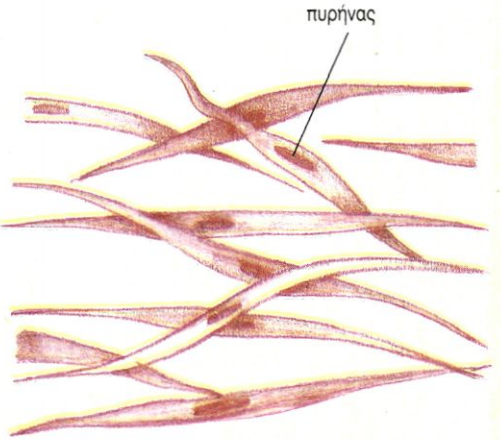
εικ. 1.10 Σκελετικός μυϊκός ιστός

Ο **μυϊκός ιστός της καρδιάς (μυοκάρδιο)** βρίσκεται μόνο στα τοιχώματα της καρδιάς. Οι μυϊκές ίνες του είναι κυλινδρικές, έχουν γραμμώσεις, αλλά δεν υπακούουν στη θέλησή μας. (εικ.1.11)



εικ. 1.11 Μυϊκός ιστός της καρδιάς

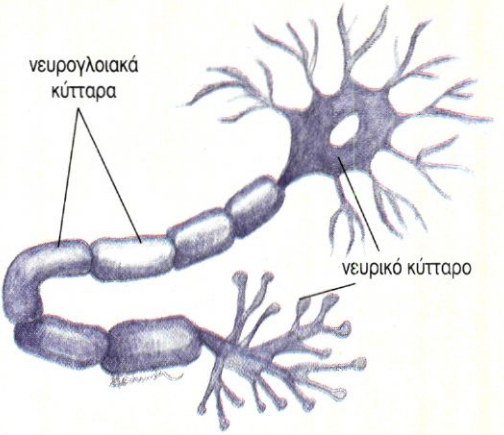
Ο **λείος μυϊκός ιστός** επενδύει κυρίως τοιχώματα, όπως αυτά των αγγείων και του γαστρεντερικού σωλήνα. Αποτελείται από ατρακτοειδείς και χωρίς γραμμώσεις μυϊκές ίνες, οι οποίες δεν υπακούουν στη θέλησή μας. (εικ.1.12).



εικ. 1.12 Λείος μυϊκός ιστός

Νευρικός ιστός

Ο **νευρικός ιστός** αποτελείται από νευρικά κύτταρα ή νευρώνες και από νευρογλοιακά κύτταρα. Οι νευρώνες είναι κύτταρα με αποφυάδες εξειδικευμένα στην παραγωγή και μεταβίβαση νευρικών ώσεων. Τα νευρογλοιακά κύτταρα στηρίζουν μονώνουν και τρέφουν τους νευρώνες. (εικ.1.13). Παρατηρούμε ότι σε έναν ιστό ενδέχεται να συνυπάρχουν διαφορετικά είδη κυττάρων, τα οποία όμως συμμετέχουν στην ίδια λειτουργία.



εικ. 1.13 Κύτταρα του νευρικού ιστού

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΩΝ

Οργανα

Ένα **όργανο** αποτελείται από διαφορετικούς ιστούς και επιτελεί μία συγκεκριμένη λειτουργία. Για παράδειγμα, ο δικέφαλος βραχιόνιος μυς αποτελείται από μυϊκό, συνδετικό και νευρικό ιστό. Η λειτουργία του είναι η κάμψη του πήχη. Το στομάχι αποτελείται και από τους τέσσερις τύπους ιστών. Η λειτουργία του είναι η αποθήκευση της τροφής και η πέψη των πρωτεϊνών.

Συστήματα οργάνων

Όργανα που συνεργάζονται για την πραγματοποίηση μίας λειτουργίας συνιστούν ένα **σύστημα οργάνων**. Για παράδειγμα, η στοματική κοιλότητα, ο φάρυγγας, ο οισοφάγος, το στομάχι, το λεπτό και το παχύ έντερο, μαζί με τους προσαρτημένους αδένες που είναι όργανα που έχουν σχέση με την πρόσληψη, τη μεταφορά και την πέψη της τροφής, την απορρόφηση των χρήσιμων συστατικών και την αποβολή των άχρηστων, αποτελούν το πεπτικό σύστημα.

Στο **πεπτικό σύστημα** πραγματοποιείται η πέψη της τροφής και η απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών. Οι θρεπτικές ουσίες και το οξυγόνο μεταφέρονται σε όλα τα όργανα με το **κυκλοφορικό σύστημα**. Το **αναπνευστικό σύστημα** χρησιμεύει για την ανταλλαγή των αερίων της αναπνοής. Οι άχρηστες και οι επιβλαβείς ουσίες αποβάλλονται κυρίως από το **ουροποιητικό σύστημα**.

Το **σύστημα των αισθητήριων οργάνων** δέχεται ερεθίσματα. Τα ερεθίσματα αυτά αναλύονται και ερμηνεύονται στο **νευρικό σύστημα,** το οποίο σε συνεργασία με το **σύστημα των ενδοκρινών αδένων** ρυθμίζει και συντονίζει όλες τις λειτουργίες του σώματος.

Το **ερειστικό σύστημα,** που αποτελείται από τον αρθρωτό σκελετό, στηρίζει και προστατεύει τον οργανισμό και μαζί με το **μυϊκό σύστημα** συμβάλλει στις κινήσεις.

Το **αναπαραγωγικό σύστημα** παράγει τους γαμέτες και είναι απαραίτητο στην αναπαραγωγή.

Όλα τα παραπάνω συστήματα συνεργάζονται στενά μεταξύ τους και αποτελούν **τον ανθρώπινο οργανισμό**.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο άνθρωπος είναι πολυκύτταρος οργανισμός. Τα κύτταρά του έχουν διαφορετικά μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά, που τους επιτρέπουν να επιτελούν εξειδικευμένες λειτουργίες. Κύτταρα κατά κανόνα μορφολογικά και λειτουργικά όμοια αποτελούν έναν ιστό. Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί ιστοί: ο επιθηλιακός, ο ερειστικός, ο μυϊκός και ο νευρικός.

Διαφορετικοί ιστοί συγκροτούν ένα όργανο. Όργανα με παρεμφερείς λειτουργίες συνθέτουν ένα σύστημα οργάνων. Όλα τα συστήματα οργάνων συνεργάζονται στενά και αρμονικά μεταξύ τους και αποτελούν τον ανθρώπινο οργανισμό.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να συγκρίνετε τους εξωκρινείς και τους ενδοκρινείς αδένες.

2. Ποια είναι τα είδη του ερειστικού ιστού;

3. Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας.

Είδος ιστού ↓	Τύποι κυττάρων	Λειτουργίες ιστού
Επιθηλιακός		
Ερειστικός		
Μυϊκός		
Νευρικός		

4. Σε ποιους ιστούς συναντάμε τα παρακάτω κύτταρα:

Χονδροβλάστες
Ερυθρά αιμοσφαίρια
Επιθηλιακά κύτταρα
Νευρογλοιακά κύτταρα
Οστεοκύτταρα
Λευκά αιμοσφαίρια
Μυϊκά κύτταρα
Βλεννογόνα κύτταρα
Νευρικά κύτταρα
Λιποκύτταρα

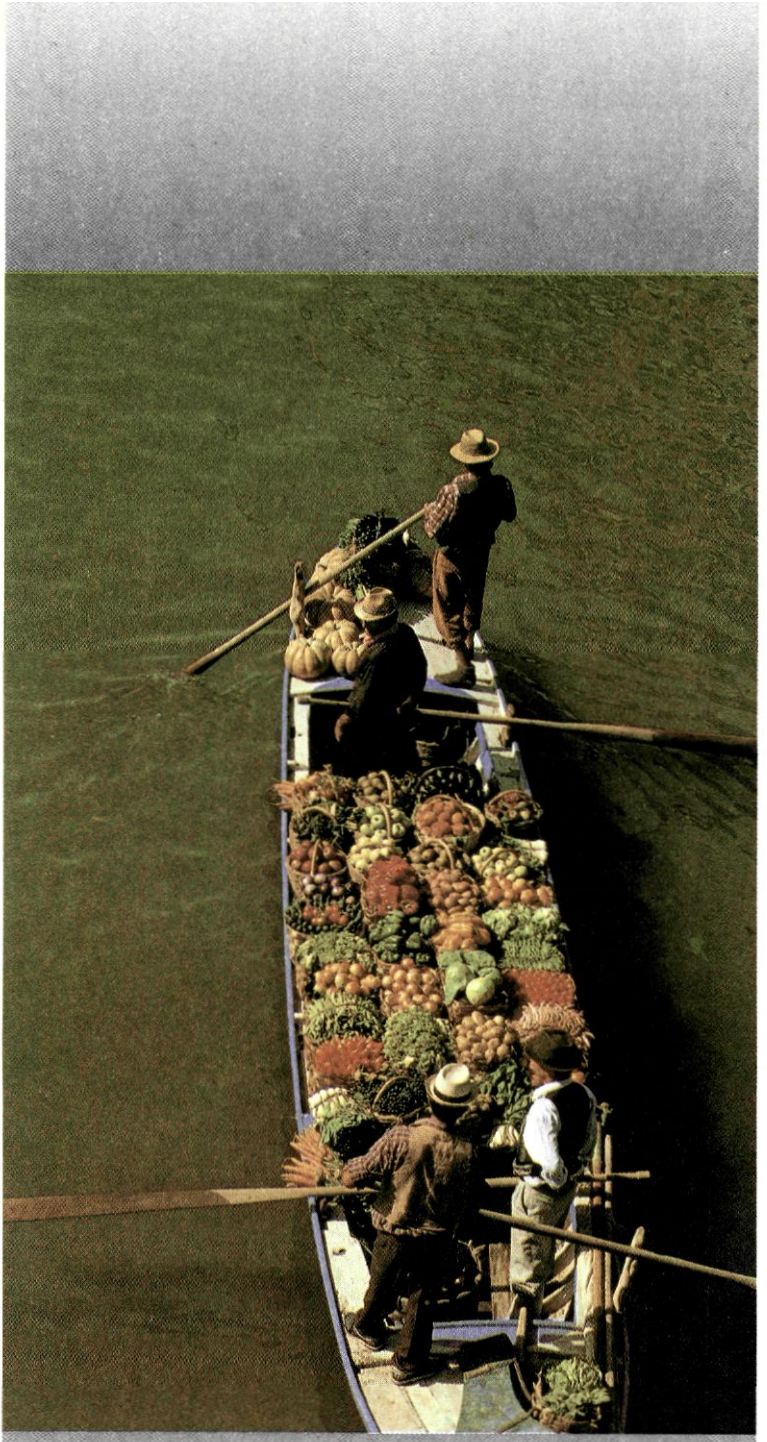
5. Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας.

Είδος μυϊκού ιστού:	**Σκελετικός μυϊκός ιστός**	**Μυϊκός ιστός του μυοκαρδίου**	**Λείος μυϊκός ιστός**
Μορφολογία μυϊκής ίνας			
Ελέγχεται από τη θέλησή μας;			
Σε ποια όργανα βρίσκονται;			

6. Ποια τα κυριότερα συστήματα του οργανισμού μας και ποιος ο ρόλος τους;

7. Ποια συστήματα συντονίζουν τις λειτουργίες του οργανισμού;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2



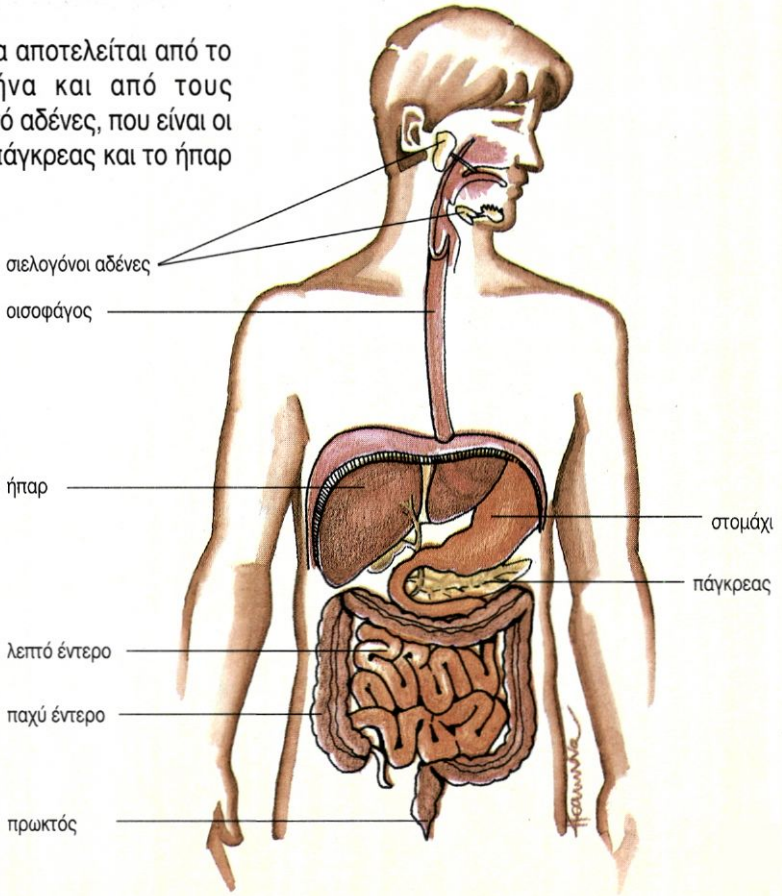
2. ΠΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Για να διατηρηθεί η ζωή, να εξασφαλιστούν δηλαδή οι δομές και οι λειτουργίες της, χρειάζεται ενέργεια. Ο άνθρωπος εξασφαλίζει την απαραίτητη γι' αυτόν ενέργεια με τη διάσπαση (οξείδωση) των θρεπτικών ουσιών που βρίσκονται στις τροφές. Οι θρεπτικές ουσίες που παρέχουν ενέργεια στον οργανισμό είναι οι υδατάνθρακες και τα λίπη και, σε ειδικές μόνο περιπτώσεις, οι πρωτεΐνες.

Με την ευρύτερη έννοια βέβαια ως θρεπτικές ουσίες χαρακτηρίζονται και άλλες, που, παρά το ότι δεν παρέχουν ενέργεια, είναι απαραίτητες για την πραγματοποίηση διάφορων λειτουργιών του οργανισμού. Σ' αυτές περιλαμβάνονται το νερό, οι βιταμίνες και τα ανόργανα άλατα - ιόντα. Οι θρεπτικές ουσίες εισέρχονται στον οργανισμό μέσω του **πεπτικού συστήματος,** όπου και υφίστανται την απαραίτητη κατεργασία, ώστε να μπορούν να απορροφηθούν. Η κατεργασία αυτή λέγεται **πέψη**. Η απορρόφηση των προϊόντων της πέψης των θρεπτικών ουσιών, του νερού, των βιταμινών και των ανόργανων αλάτων επιτελείται επίσης στο πεπτικό σύστημα.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΕΠΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το πεπτικό σύστημα αποτελείται από το γαστρεντερικό σωλήνα και από τους προσαρτημένους σ' αυτό αδένες, που είναι οι σιελογόνοι αδένες, το πάγκρεας και το ήπαρ (εικ.2.1).



εικ 2.1 Δομή του πεπτικού συστήματος

Ο **γαστρεντερικός σωλήνας** είναι ένας κοίλος αγωγός, του οποίου το τοίχωμα αποτελείται από τέσσερις βασικές στιβάδες. Η διάμετρος και η δομή των στιβάδων του παρουσιάζουν τοπικές διαφοροποιήσεις. Οι ανατομικές διαφοροποιήσεις των επιμέρους τμημάτων του γαστρεντερικού σωλήνα σχετίζονται με λειτουργικές διαφορές. Το κάθε τμήμα δηλαδή επιτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες, που μπορεί να είναι κινητικές, εκκριτικές ή απορροφητικές.

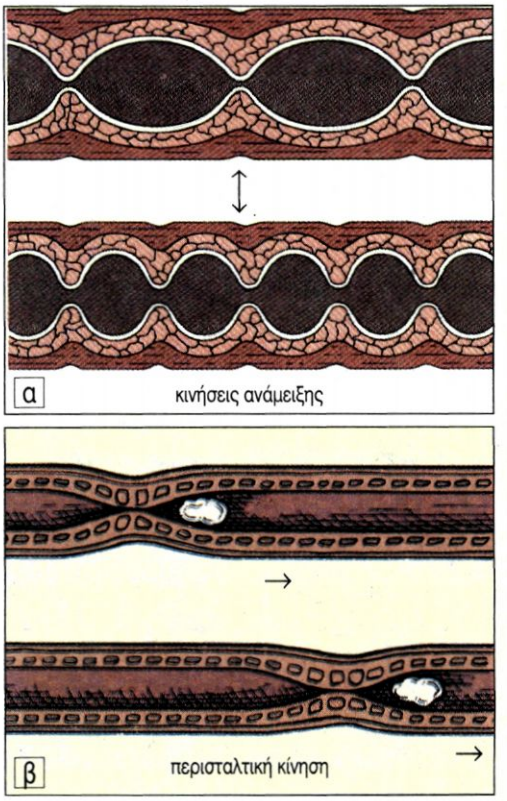
Με τις κινητικές λειτουργίες επιτυγχάνεται η ανάμειξη και προώθηση της τροφής κατά μήκος του γαστρεντερικού σωλήνα. Εμφανίζονται δύο κύριοι τύποι κινήσεων, οι κινήσεις ανάμειξης και οι κινήσεις προώθησης. Βασική προωθητική κίνηση είναι η **περισταλτική κίνηση** (εικ.2.2).

Η εκκριτική λειτουργία συμβάλλει στην προστασία του γαστρεντερικού σωλήνα (με την έκκριση βλέννας), στη ρύθμιση της λειτουργίας του (με την έκκριση ορμονών) και στη διάσπαση των θρεπτικών συστατικών της τροφής (με την έκκριση ενζύμων). Τα τελικά προϊόντα της πέψης απορροφώνται στο λεπτό έντερο.

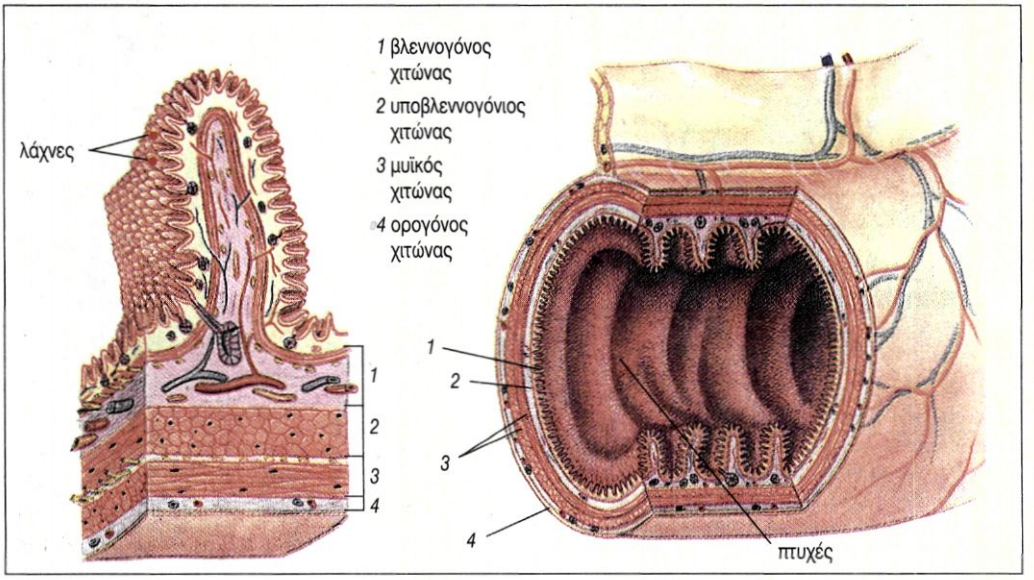
Οι στιβάδες από τις οποίες αποτελείται το τοίχωμα του γαστρεντερικού σωλήνα από μέσα προς τα έξω είναι (εικ.2.3):

- **Ο βλεννογόνος χιτώνας**
- **Ο υποβλεννογόνιος χιτώνας**
- **Ο μυϊκός χιτώνας**
- **Ο ορογόνος χιτώνας**

Ο γαστρεντερικός σωλήνας αρχίζει με τη στοματική κοιλότητα, συνεχίζεται με το φάρυγγα, τον οισοφάγο, το στομάχι, το λεπτό έντερο, το παχύ έντερο και καταλήγει στον πρωκτό.



εικ. 2.2 Κινήσεις του εντέρου (α) κινήσεις ανάμειξης (β) περισταλτική κίνηση



εικ. 2.3 Στιβάδες του γαστρεντερικού σωλήνα

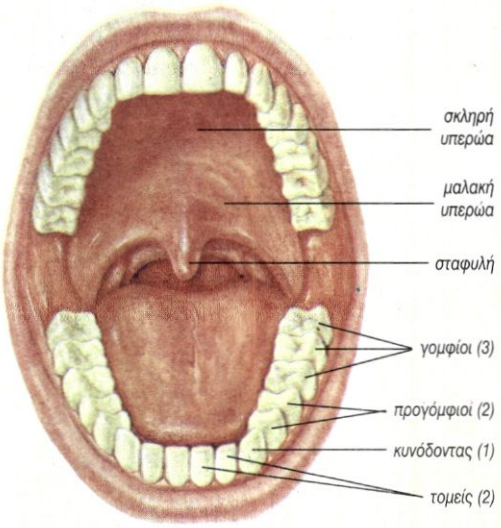
Στοματική κοιλότητα

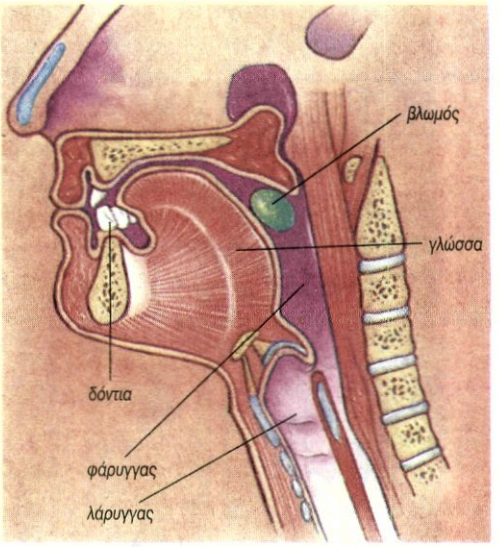
Η στοματική κοιλότητα συνίσταται από τα χείλη, τις παρειές, τη σκληρή και τη μαλακή υπερώα. Περιέχει τη γλώσσα και τα δόντια (εικ.2.4).

Η **γλώσσα** εκτός από τη συμμετοχή της στη μάσηση και στην κατάποση παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην ομιλία, στην αφή και στη γεύση.

Τα βρέφη γεννιούνται χωρίς δόντια. Στον έκτο με έβδομο μήνα αρχίζουν να εκφύονται οι **νεογιλοί,** που είναι είκοσι και συμπληρώνονται στην ηλικία των δύο ετών. Τα **μόνιμα δόντια** εί-

εικ. 2.4 Στοματική κοιλότητα

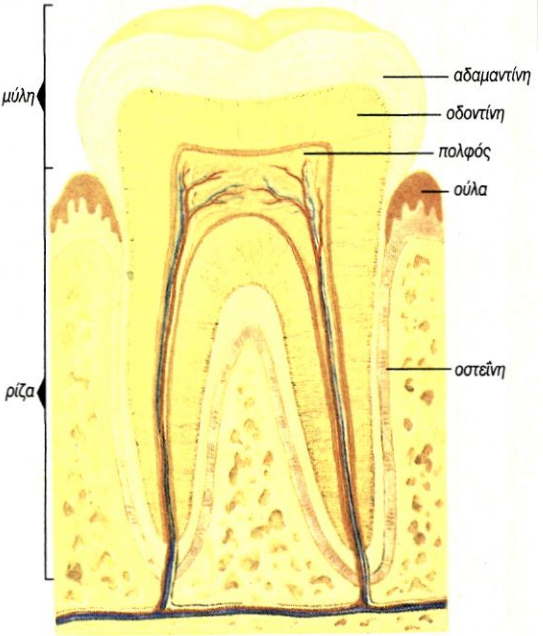




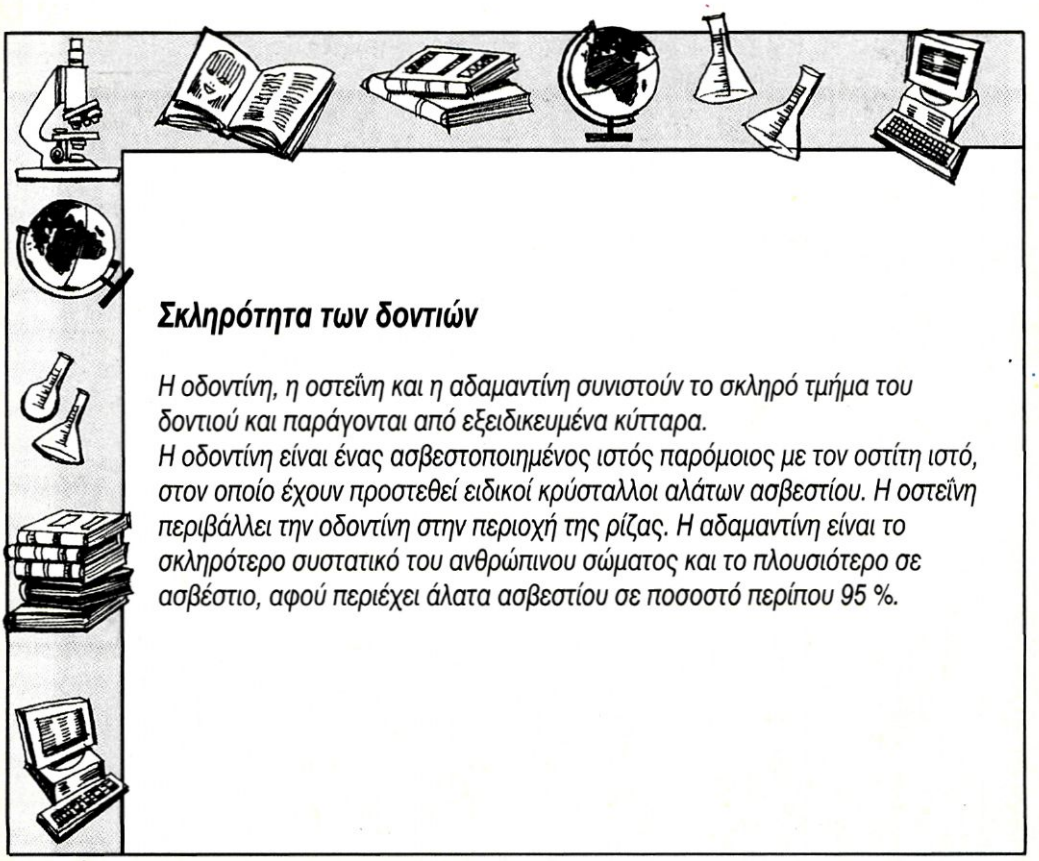
ναι τριάντα δύο και αντικαθιστούν σταδιακά τους νεογιλούς από το 6ο - 13ο έτος, εκτός από το φρονιμίτη που εκφύεται μετά το 17ο έτος. Τα δόντια παίζουν βασικό ρόλο στη μάσηση της τροφής. Τα πρόσθια τεμαχίζουν την τροφή, ενώ τα οπίσθια την αλέθουν, καθώς οι μύες κινούν την κάτω γνάθο (εικ. 2.5.).

Γνωρίζετε ότι:

Αν συσταλούν ταυτόχρονα όλοι οι μύες των γνάθων, μπορεί να ασκηθεί δύναμη 250 N από τους τομείς και 900 N από τους γομφίους. Όταν η δύναμη αυτή εφαρμόζεται σε ένα μικρό αντικείμενο που βρίσκεται ανάμεσα στους γομφίους, για παράδειγμα σε ένα σπόρο, μπορεί να φτάσει μερικές χιλιάδες N.



εικ. 2.5 Τομή δοντιού



Σκληρότητα των δοντιών

Η οδοντίνη, η οστεΐνη και η αδαμαντίνη συνιστούν το σκληρό τμήμα του δοντιού και παράγονται από εξειδικευμένα κύτταρα.
Η οδοντίνη είναι ένας ασβεστοποιημένος ιστός παρόμοιος με τον οστίτη ιστό, στον οποίο έχουν προστεθεί ειδικοί κρύσταλλοι αλάτων ασβεστίου. Η οστεΐνη περιβάλλει την οδοντίνη στην περιοχή της ρίζας. Η αδαμαντίνη είναι το σκληρότερο συστατικό του ανθρώπινου σώματος και το πλουσιότερο σε ασβέστιο, αφού περιέχει άλατα ασβεστίου σε ποσοστό περίπου 95 %.

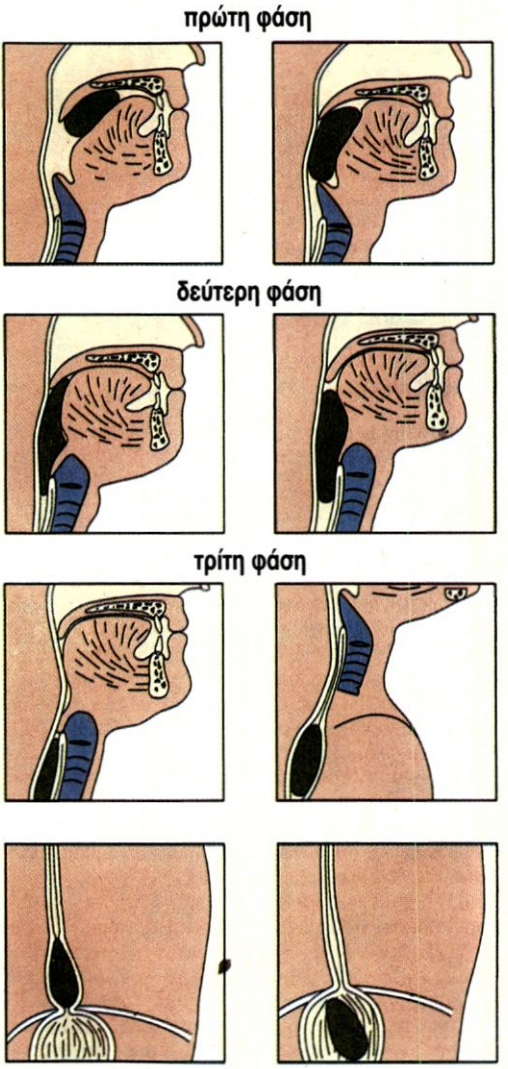
Το **σάλιο** παράγεται από τρία ζεύγη σιελογόνων αδένων, που διεγείρονται από μηχανικά και χημικά ερεθίσματα. Συνολικά παράγονται 1000 - 1500 ml σάλιου την ημέρα. Ο συνήθης ρυθμός έκκρισής του αυξάνεται από οσφρητικά και γευστικά ερεθίσματα, όπως π.χ. από την όσφρηση ενός φαγητού που μας αρέσει ιδιαίτερα. Το σάλιο περιέχει νερό, πτυαλίνη (ένζυμο που συμβάλλει στην πέψη του αμύλου), λυσοζύμη (ένζυμο που καταστρέφει το βακτηριακό τοίχωμα), βλέννα κ.ά.

Η χλωρίδα του στόματος περιέχει μεγάλο αριθμό παθογόνων μικροοργανισμών, που εύκολα μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στους ιστούς (ουλίτιδα) ή στα δόντια (τερηδόνα). Το σάλιο βοηθά στην πρόληψη αυτών των βλαβών με ποικίλους τρόπους όπως με την έκπλυση λόγω της ροής του και με καταστροφή των μικροβίων, γιατί περιέχει λυσοζύμη και ορισμένα αντισώματα.

Η μάσηση επιτυγχάνεται με ένα σύνολο συνδυασμένων εκούσιων κινήσεων της κάτω γνάθου, της γλώσσας, των παρειών και των χειλιών. Οι κινήσεις αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την κατάτμηση της τροφής και την ανάμειξή της με σάλιο και βλέννα, ώστε να σχηματιστεί ο **βλωμός** (μπουκιά). Η μεταφορά του βλωμού και των υγρών από το στόμα στο στομάχι ονομάζεται **κατάποση** και εξελίσσεται σε τρία στάδια (εικ. 2.6). Κατά το πρώτο στάδιο, που γίνεται με τη θέλησή μας, ο βλωμός, με τις κινήσεις κυρίως της γλώσσας, ωθείται στο πίσω μέρος του στόματος και προχωρά στο φάρυγγα. Στα επόμενα δύο στάδια, που είναι ακούσια, ο βλωμός προωθείται μέσω του φάρυγγα και του οισοφάγου στο στομάχι. Κατά τη διέλευση της τροφής από το φάρυγγα προς τον οισοφάγο ο λάρυγγας κινείται προς τα πάνω, εμποδίζοντας την είσοδο της τροφής σ' αυτόν. Δε δημιουργείται έτσι κίνδυνος για την αναπνοή.

Γνωρίζετε ότι:

Το ταξίδι του βλωμού από το στόμα στο στομάχι διαρκεί εννέα δευτερόλεπτα, ενώ των υγρών λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο.



εικ. 2.6 Τα στάδια της κατάποσης

Στομάχι

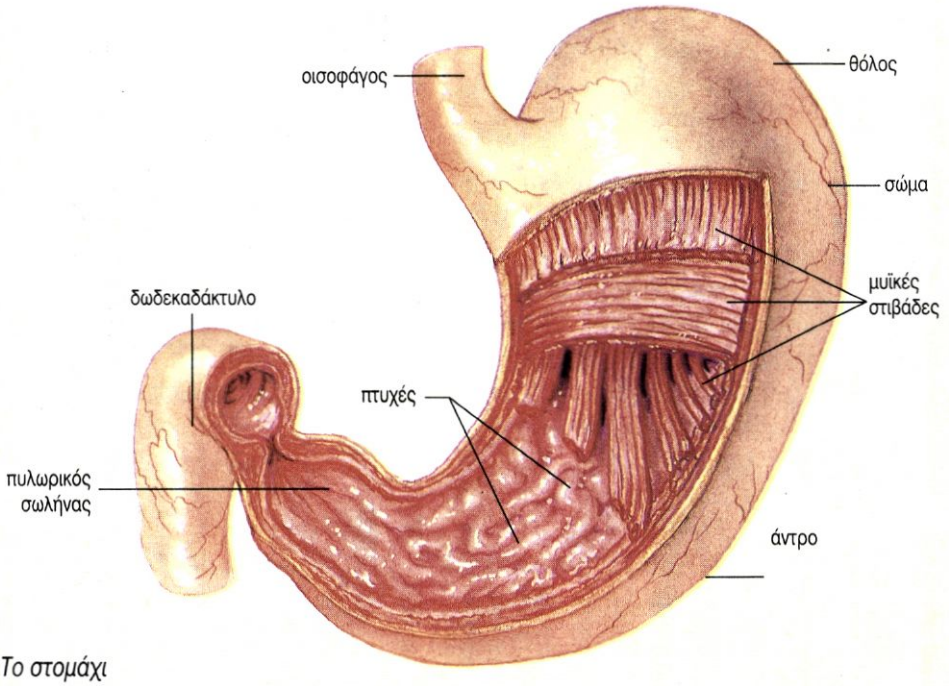
Το στομάχι είναι ένα τμήμα του γαστρεντερικού σωλήνα το οποίο έχει την ικανότητα να διευρύνεται. Όταν είναι άδειο, έχει μορφή μικρού σωλήνα με στενό στόμιο ενώ γεμάτο μπορεί να περιέχει έως 1,5 λίτρα τροφής (εικ.2.7). Αυτή η ικανότητα διάτασης του στομάχου οφείλεται στην ύπαρξη πτυχών του βλεννογόνου και υποβλεννογόνιου χιτώνα του τοιχώματός του. Οι πτυχές αυτές επιπεδώνονται, όταν το στομάχι δέχεται τροφή με αποτέλεσμα να αυξάνεται η χωρητικότητά του.

Λειτουργίες του στομάχου είναι η αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων τροφής, η έκκριση διάφορων ουσιών, η ανάμειξή τους με την τροφή, ώστε να δημιουργηθεί ο χυλός, η μερική πέψη των πρωτεϊνών και τέλος η προώθηση του χυλού στο λεπτό έντερο.

Με την είσοδο της τροφής στο στομάχι εκκρίνονται πεπτικά υγρά από τους γαστρικούς του αδένες. Οι εκκρίσεις του στομάχου, γαστρικό υγρό και βλέννα ρυθμίζονται από νευρικά και ορμονικά ερεθίσματα. Το **γαστρικό υγρό** περιέχει πεψινογόνο και υδροχλωρικό οξύ. Το πεψινογόνο είναι προένζυμο και μετατρέπεται με τη βοήθεια του υδροχλωρικού οξέος σε πεψίνη, ένζυμο που διασπά τις πρωτεΐνες. Το υδροχλωρικό οξύ, επιπλέον, έχει αντιμικροβιακή δράση.

Η βλέννα παράγεται από βλεννογόνα κύτταρα, καλύπτει εσωτερικά το στομάχι και το προστατεύει από τη δράση της πεψίνης, του υδροχλωρικού οξέος και άλλων παραγόντων.

Ο χυλός προωθείται με περισταλτικές κινήσεις και μόνο μια μικρή ποσότητά του φτάνει στο πρώτο τμήμα του λεπτού εντέρου, το δωδεκαδάκτυλο, ενώ το υπόλοιπο παλινδρομεί στην περιοχή του πυλωρού.



εικ. 2.7 Το στομάχι

Καρκίνος του στομάχου

Είναι από τους πιο συχνούς θανατηφόρους καρκίνους και αποτελεί αιτία για 750.000 θανάτους το χρόνο παγκοσμίως. Στην Ελλάδα είναι ο έκτος σε συχνότητα εμφάνισης καρκίνος για τους άνδρες και ο έβδομος για τις γυναίκες. Επειδή τα συμπτώματά του μοιάζουν με εκείνα του γαστρικού έλκους, δεν γίνεται αντιληπτός στα πρώτα του στάδια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της πιθανότητας επιβίωσης του ατόμου μετά τη διάγνωση.

Ως παράγοντες κινδύνου για πρόκληση καρκίνου του στομάχου θεωρούνται οι συντηρημένες τροφές κ.ά. Αντίθετα, τα φρέσκα φρούτα και τα λαχανικά έχει αποδειχτεί ότι μας προφυλάσσουν.

Γαστρίτιδα - Πεπτικό έλκος

Η φλεγμονή του βλεννογόνου του στομάχου ονομάζεται γαστρίτιδα. Η γαστρίτιδα μπορεί να εμφανιστεί ύστερα από έντονη συναισθηματική φόρτιση, από βακτηριακή μόλυνση, λήψη ορισμένων φαρμάκων, κατάχρηση οινοπνευματωδών ποτών κτλ.

Πεπτικό έλκος είναι η διάβρωση του βλεννογόνου του στομάχου (έλκος του στομάχου) ή του δωδεκαδάκτυλου (έλκος του δωδεκαδάκτυλου) και οφείλεται στη δράση, του HCl ή των πεπτικών ενζύμων. Ειδικά φάρμακα (τα αντιόξινα) χρησιμοποιούνται για να αναστείλουν την υπερβολική παραγωγή οξέος από τα αντίστοιχα κύτταρα.

Τελευταίες έρευνες δείχνουν ότι για τις περισσότερες περιπτώσεις πεπτικού έλκους ευθύνεται ένα βακτήριο (Helicobacter pylori). Η θεραπεία σ' αυτή την περίπτωση είναι σχετικά εύκολη και περιλαμβάνει τη χορήγηση αντιβιοτικών.

Λεπτό έντερο

Το λεπτό έντερο έχει μικρή διάμετρο (2,5 cm) σε σχέση με το παχύ (6,5 cm). Το μήκος του όμως (6-7 m) είναι πολύ μεγαλύτερο από του παχέος εντέρου (1,5 m) (εικ. 2.8). Τα πρώτα 25 cm. του λεπτού εντέρου αποτελούν το δωδεκαδάκτυλο, το οποίο μέσω ενός κοινού πόρου δέχεται τη χολή από τη χοληδόχο κύστη και παγκρεατικές εκκρίσεις από το πάγκρεας. Σε όλο το μήκος του λεπτού εντέρου, κυρίως όμως στο δωδεκαδάκτυλο, παράγεται βλέννα, η οποία προστατεύει το βλεννογόνο. Το δωδεκαδάκτυλο χρειάζεται μεγαλύτερη προστασία, γιατί είναι εκτεθειμένο στο όξινο υλικό που έρχεται από το στομάχι.

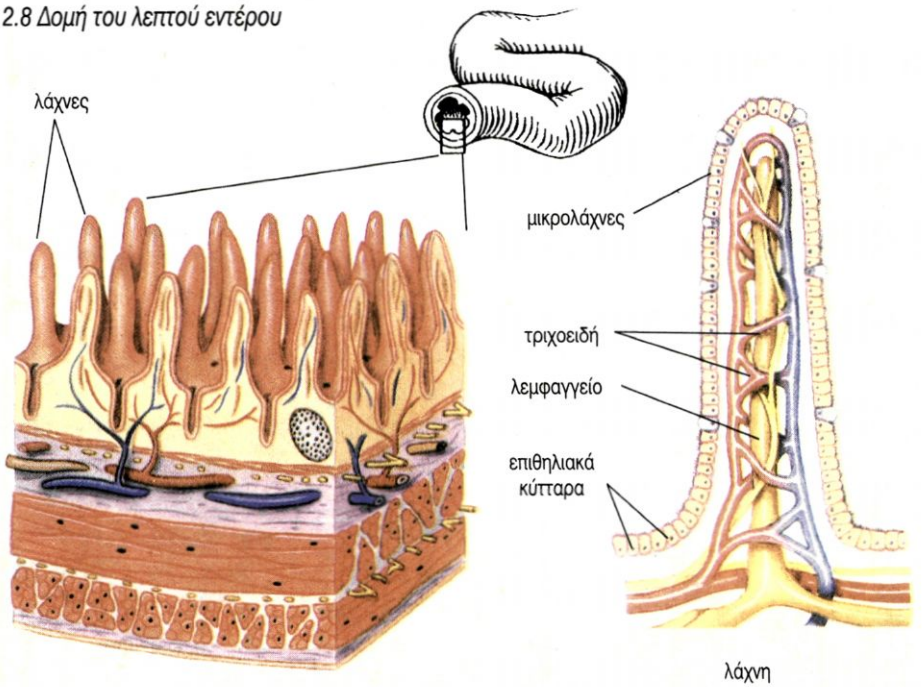
Ειδικά επιθηλιακά κύτταρα παράγουν το **εντερικό υγρό,** που έχει ουδέτερο pH και δεν περιέχει ένζυμα. Η ημερήσια παραγωγή του είναι περίπου 2 λίτρα, με αποτέλεσμα να διατηρείται ρευστό το περιεχόμενο του εντέρου.

Γνωρίζετε ότι:

Οι πτυχές, οι λάχνες και οι μικρολάχνες αυξάνουν την απορροφητική επιφάνεια του εντέρου η οποία φτάνει τα 250m^2.

Ο βλεννογόνος του λεπτού εντέρου παρουσιάζει πολυάριθμες πτυχώσεις οι οποίες εμφανίζουν προεκβολές, τις **λάχνες**. Στην επιφάνεια κάθε λάχνης υπάρχουν επιθηλιακά κύτταρα των οποίων η κυτταρική μεμβράνη εμφανίζει μικροσκοπικές προεκβολές, τις **μικρολάχνες**. Στην επιφάνειά τους εντοπίζονται τα ένζυμα που ολοκληρώνουν τη διάσπαση των συστατικών του χυμού σε μικρά μόρια, τα οποία απορροφώνται. Η απορροφητική ικανότητα του εντέρου διευκολύνεται και από τις κινήσεις ανάμειξης και προώθησης του χυλού αλλά και από τις κινήσεις των λαχνών.

εικ. 2.8 Δομή του λεπτού εντέρου



Στο λεπτό έντερο ολοκληρώνεται η πέψη των πρωτεϊνών, των υδατανθράκων και των λιπών και γίνεται η απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών της τροφής.

Παχύ έντερο

Στο παχύ έντερο αποθηκεύεται προσωρινά το υλικό που δεν έχει υποστεί πέψη μέχρι να αποβληθεί. Στο διάστημα αυτό γίνεται απορρόφηση νερού, αλάτων και ορισμένων βιταμινών. Η απορρόφηση νερού συμβάλλει στη δημιουργία κοπράνων, τα οποία περιέχουν άπεπτα υπολείμματα των τροφών, χρωστικές της χολής (σ' αυτές οφείλεται το χαρακτηριστικό χρώμα) και βακτήρια. Τα βακτήρια μεταβολίζουν τις άπεπτες ουσίες και παράγουν οξέα και άλλες ενώσεις που προσδίνουν τη χαρακτηριστική οσμή στα κόπρανα.

Το παχύ έντερο εκκρίνει βλέννα που το προστατεύει από τα οξέα αυτά. Ορισμένα από τα βακτήρια που υπάρχουν στο παχύ έντερο, παράγουν και βιταμίνες χρήσιμες στον άνθρωπο. Ιδιαίτερη σημασία έχει η δημιουργία της βιταμίνης Κ, η οποία συμμετέχει στη διαδικασία πήξης του αίματος.

Δυσκοιλιότητα και διάρροια

Δυσκοιλιότητα *είναι η δυσκολία για αφόδευση που οφείλεται στη συσσώρευση κοπράνων στο παχύ έντερο λόγω καθυστέρησης της προώθησής τους. Η συχνή καταστολή του αντανακλαστικού της αφόδευσης ή η κατάχρηση καθαρτικών, που οδηγούν σε εξασθένιση της λειτουργικότητας του παχέος εντέρου, αποτελούν βασικά αίτια δυσκοιλιότητας. Ο τρόπος ζωής (καθιστική ζωή - έλλειψη σωματικής άσκησης) και η διατροφή (έλλειψη φυτικών ινών) φαίνεται να επιδεινώνουν την κατάσταση.*

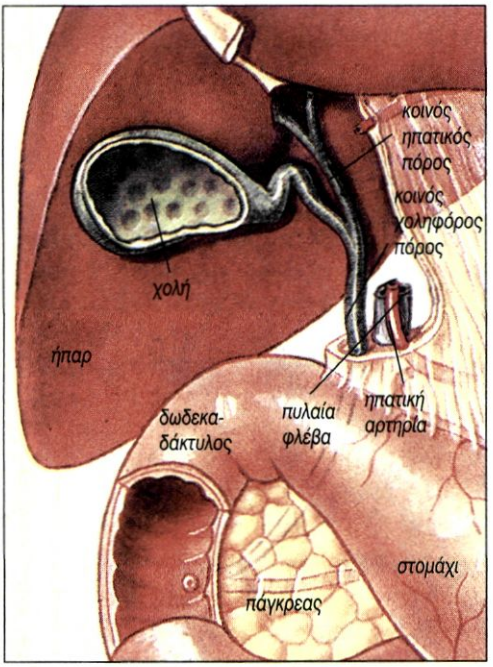
Διάρροια *είναι η γρήγορη προώθηση των κοπράνων μέσα στο παχύ έντερο και προκαλείται συνήθως από μικρόβια. Ο ερεθισμός του βλεννογόνου έχει ως αποτέλεσμα την έκκριση μεγάλων ποσοτήτων βλέννας και ηλεκτρολυτών, που προκαλούν τη γρήγορη μετακίνηση των κοπράνων προς τον πρωκτό. Έτσι επιτυγχάνεται η απομάκρυνση του παθογόνου παράγοντα, αλλά ταυτόχρονα προκαλείται απώλεια νερού και ηλεκτρολυτών, που μπορεί να είναι επικίνδυνη, γι' αυτό και είναι απαραίτητη η άμεση αναπλήρωσή τους.*

Προσαρτημένοι αδένες

Στους προσαρτημένους αδένες ανήκουν οι σιελεγόνοι αδένες, το πάγκρεας και το ήπαρ.

Το **πάγκρεας** είναι ένα επίμηκες όργανο, που βρίσκεται πίσω από το στομάχι (εικ.2.9). Είναι μεικτός αδένας, δηλαδή ενδοκρινής και εξωκρινής. Ως εξωκρινής αδένας παράγει το παγκρεατικό υγρό. Αυτό περιέχει αφ' ενός ένζυμα για τη διάσπαση υδατανθράκων, πρωτεϊνών, λιπών και νουκλεϊνικών οξέων. Το παγκρεατικό υγρό εκβάλλει στο δωδεκαδάκτυλο δια μέσου του παγκρεατικού πόρου. Η έκκρισή του ελέγχεται κυρίως από ορμόνες που παράγονται στο λεπτό έντερο.

Το **ήπαρ** (εικ.2.9), που είναι ο μεγαλύτερος αδένας του σώματος, βρίσκεται στο πάνω τμήμα της κοιλιακής κοιλότητας, κάτω από το διάφραγμα και έχει πολλές και σημαντικές λειτουργίες (πίνακας 2.1). Όλα τα ηπατικά κύτταρα παράγουν συνεχώς μικρές ποσότητες χολής, η οποία ρέει προς το δωδεκαδάκτυλο ή προς τη χοληδόχο κύστη όπου αποθηκεύεται. Η χολή περιέχει νερό, ανόργανα και χολικά άλατα, χοληστερόλη, λεκιθίνη και χολοχρωστικές, όπως χολερυθρίνη. Με τη σύσπαση της χοληδόχου κύστης, απελευθερώνεται η χολή και προωθείται στο δωδεκαδάκτυλο, όπου, με τη βοήθεια των χολικών αλάτων που περιέχει, γίνεται η γαλακτωματοποίηση των λιπών.



εικ. 2.9 Ήπαρ

Πίνακας 2.1 : Λειτουργίες του ήπατος

- Παραγωγή και έκκριση χολής
- Αποθήκευση γλυκόζης με τη μορφή γλυκογόνου
- Μεταβολισμός αμινοξέων και λιπαρών οξέων
- Σύνθεση λιπαρών οξέων, λιποπρωτεϊνών, φωσφολιπιδίων, χοληστερόλης, χολοχρωστικών και ουρίας
- Αποθήκευση λιπών
- Διάσπαση ουρικού οξέος
- Σύνθεση πρωτεϊνών του πλάσματος
- Σύνθεση παραγόντων πήξης του αίματος.
- Αποθήκευση βιταμινών A, D, B_{12}, και K
- Αποθήκευση Fe, Cu, Zn.
- Αδρανοποίηση ορμονών
- Αποτοξίνωση του οργανισμού, με την αδρανοποίηση τοξικών ουσιών.

Γνωρίζετε ότι:

Μπορεί να αφαιρεθεί το 80% του ηπατικού ιστού χωρίς να προκληθούν σοβαρές διαταραχές στην υγεία του ατόμου. Το απομένον 20% όχι μόνο είναι επαρκές, αλλά αναγεννά και το υπόλοιπο, ώστε τελικά το ήπαρ να αποκτήσει το αρχικό βάρος του.

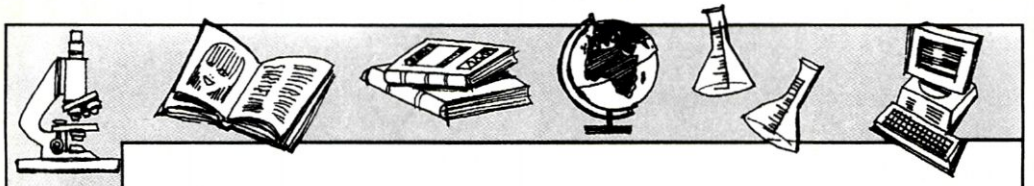
Κίρρωση του ήπατος

Κίρρωση είναι μία χρόνια ασθένεια του ήπατος, που έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή καταστροφή του οργάνου και την απώλεια της ικανότητάς του να αναγεννάται.

Η κυριότερη αιτία παγκοσμίως για την κίρρωση του ήπατος είναι ο ιός της ηπατίτιδας, στο δυτικό όμως κόσμο η κυριότερη αιτία είναι το αλκοόλ. Υπάρχουν ενδείξεις ότι ορισμένα άτομα εμφανίζουν προδιάθεση για την ανάπτυξη κίρρωσης του ήπατος.

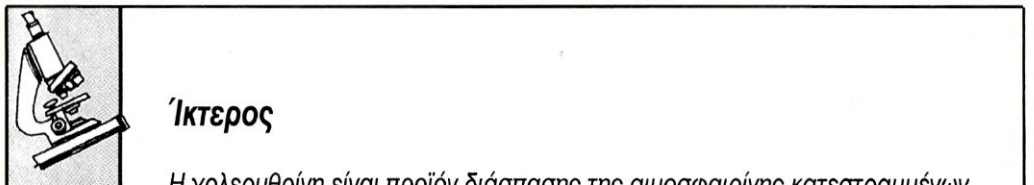
Τα προϊόντα του μεταβολισμού της αιθανόλης φαίνεται να είναι υπεύθυνα για την καταστροφή του ήπατος. Αποτέλεσμα της δράσης των προϊόντων αυτών είναι δομικές και λειτουργικές αλλαγές στις πρωτεΐνες των κυττάρων του ήπατος και αυξημένη παραγωγή κολλαγόνου. Το επιπλέον αυτό κολλαγόνο είναι υπεύθυνο για την ινώδη μορφή του ήπατος, τυπική της κίρρωσης, που επηρεάζει και τη λειτουργία του. Τα ηπατικά κύτταρα είναι πλέον ανίκανα να συνθέσουν βασικές πρωτεΐνες όπως η αλβουμίνη, της οποίας τα χαμηλά επίπεδα στον ορό προκαλούν διαρροή υγρών στους ιστούς. Έτσι το ήπαρ δεν μπορεί να διεξάγει τις συνήθεις λειτουργίες του όπως την αποβολή της αμμωνίας και των άλλων αζωτούχων συστατικών, με αποτέλεσμα τη συσσώρευσή τους. Αυτό επιδρά στον εγκέφαλο και προκαλεί σύγχυση και τελικά κώμα.

Ο εμβολιασμός έναντι του ιού της ηπατίτιδας, καθώς και η αποχή ή ο περιορισμός στην κατανάλωση αλκοόλ συμβάλλουν στην πρόληψη της κίρρωσης του ήπατος.



Χολολιθιάσεις

Η χοληδόχος κύστη μπορεί να αποθηκεύσει τις εκκρίσεις ενός 12ώρου, καθώς το νερό και τα ιόντα που περιέχει απορροφώνται συνεχώς. Με αυτό τον τρόπο συμπυκνώνονται ενώσεις όπως τα χολικά άλατα, η χοληστερόλη, η χολερυθρίνη και η λεκιθίνη.
Η χοληστερόλη είναι σχεδόν αδιάλυτη στο νερό, αλλά όταν συνδεθεί με τα χολικά άλατα και τη λεκιθίνη σχηματίζονται διαλυτά μυκήλια. Η μεγάλη απορρόφηση νερού χολικών αλάτων και λεκιθίνης, η μεγάλη έκκριση χοληστερόλης και η φλεγμονή του επιθηλίου είναι παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν κατακρήμνιση χοληστερόλης και σχηματισμό χολολίθων. Άτομα με δίαιτα πλούσια σε λίπη έχουν την τάση να αναπτύσσουν χολόλιθους, επειδή η χοληστερόλη είναι προϊόν μεταβολισμού των λιπών.



Ίκτερος

Η χολερυθρίνη είναι προϊόν διάσπασης της αιμοσφαιρίνης κατεστραμμένων ερυθρών αιμοσφαιρίων. Απορροφάται από τα ηπατικά κύτταρα και στη συνέχεια, ως συστατικό της χολής, συσσωρεύεται στη χοληδόχο κύστη. Σε περιπτώσεις αυξημένης καταστροφής ερυθρών αιμοσφαιρίων (αιμόλυση), απόφραξης των χοληφόρων πόρων ή βλάβης των ηπατικών κυττάρων, η συγκέντρωση της χολερυθρίνης αυξάνεται σημαντικά στο πλάσμα του αίματος. Τότε οι ιστοί του σώματος (δέρμα και εσωτερικά όργανα) αποκτούν χαρακτηριστική κιτρινωπή χροιά και η κατάσταση χαρακτηρίζεται ως ίκτερος. Ανάλογα δε με τα αίτια που τον προκάλεσαν, ονομάζεται, αντίστοιχα, αιμολυτικός, αποφρακτικός ή ηπατοκυτταρικός.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πρόσληψη και η πέψη της τροφής, καθώς και η απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών πραγματοποιούνται στο πεπτικό σύστημα, το οποίο αποτελείται από το γαστρεντερικό σωλήνα και τους προσαρτημένους σ' αυτόν αδένες (σιελογόνοι αδένες - πάγκρεας - ήπαρ).

Τα επιμέρους τμήματα του γαστρεντερικού σωλήνα είναι η στοματική κοιλότητα, ο φάρυγγας, ο οισοφάγος, το στομάχι, το λεπτό έντερο και το παχύ έντερο, το οποίο καταλήγει στον πρωκτό.

Η τροφή στο στόμα υφίσταται κατεργασία, ώστε να προκύψει ο βλωμός, ο οποίος μέσω του φάρυγγα και του οισοφάγου φτάνει στο στομάχι. Εκεί, με τις κινήσεις ανάμειξης και με την επίδραση του γαστρικού υγρού, η τροφή μετατρέπεται σε χυλό, ο οποίος προωθείται σταδιακά στο λεπτό έντερο.

Στο λεπτό έντερο ολοκληρώνεται η πέψη και συντελείται η απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών. Η απορροφητική ικανότητα του λεπτού εντέρου διευκολύνεται από κινήσεις ανάμειξης και προώθησης του χυλού, καθώς και από τις κινήσεις των λαχνών που υπάρχουν στην επιφάνεια του εντερικού βλεννογόνου.

Τα άπεπτα υπολείμματα της τροφής στη συνέχεια προωθούνται στο παχύ έντερο, όπου γίνεται απορρόφηση νερού και σχηματίζονται τα κόπρανα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιες διεργασίες επιτελούνται από το πεπτικό σύστημα;

2. Ποιες ουσίες χαρακτηρίζονται ως θρεπτικές και ποιος είναι ο ρόλος τους;

3. Ποιος είναι ο ρόλος της γλώσσας;

4. Ποιες διεργασίες συμβάλλουν στη δημιουργία βλωμού;

5. Πώς επιτυγχάνεται η αύξηση της χωρητικότητας του στομάχου;

6. Πώς επιτυγχάνεται η μεγάλη απορροφητική επιφάνεια του λεπτού εντέρου;

7. Οι χαρακτηριστικές λειτουργίες του λεπτού εντέρου είναι
   α. η περισταλτική κίνηση,
   β. η απορρόφηση,
   γ. η διάσπαση,
   δ. και οι τρεις.
   Να υπογραμμίσετε τη σωστή απάντηση.

8. Σημειώστε με ποιους από τους παρακάτω τρόπους δρα το σάλιο:

α. συμβάλλει στην πέψη των πρωτεϊνών

β. συμμετέχει στη δημιουργία βλωμού (μπουκιάς)

γ. συμβάλλει στην καθαριότητα των δοντιών

δ. λειαίνει το φάρυγγα.

ΠΕΨΗ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Υδατάνθρακες

Κύρια πηγή υδατανθράκων για τον άνθρωπο είναι οι πολυσακχαρίτες άμυλο και γλυκογόνο, οι δισακχαρίτες καλαμοσάκχαρο, μαλτόζη και λακτόζη και οι μονοσακχαρίτες γλυκόζη και φρουκτόζη.

Η διάσπαση του αμύλου αρχίζει στο στόμα με την επίδραση του ενζύμου **πτυαλίνη** που περιέχεται στο σάλιο, και συνεχίζεται στο ανώτερο τμήμα του λεπτού εντέρου με την επίδραση της **παγκρεατικής αμυλάσης**. Τελικό προϊόν της διάσπασης των υδατανθράκων είναι οι μονοσακχαρίτες, οι οποίοι απορροφώνται από τα επιθηλιακά κύτταρα του λεπτού εντέρου και από εκεί διοχετεύονται στο αίμα.

Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες βρίσκονται κυρίως σε τροφές ζωικής προέλευσης αλλά και σε φυτικές τροφές (όσπρια) και πέπτονται στο στομάχι και στο ανώτερο τμήμα του λεπτού εντέρου. Η **πεψίνη** στο στομάχι διασπά τις πρωτεΐνες σε μικρότερα πολυπεπτίδια.

Με την επίδραση των **παγκρεατικών ενζύμων**, (θρυψίνης, χυμοθρυψίνης καρβοξυπεπτιδασών και αμινοπεπτιδασών) συνεχίζεται η πέψη των πρωτεϊνών στο ανώτερο τμήμα του λεπτού εντέρου, οπότε τελικά προκύπτουν διπεπτίδια και λίγα αμινοξέα.

Το τελευταίο στάδιο της πέψης των πρωτεϊνών, δηλαδή η διάσπασή τους σε αμινοξέα, πραγματοποιείται, με τη βοήθεια των **πεπτιδασών**, στα επιθηλιακά κύτταρα του βλεννογόνου του λεπτού εντέρου. Τα αμινοξέα απορροφώνται από τα επιθηλιακά κύτταρα του λεπτού εντέρου και από εκεί διοχετεύονται στην κυκλοφορία του αίματος.

Λίπη

Τα λίπη βρίσκονται τόσο σε ζωικές όσο και σε φυτικές τροφές, και μπορεί να είναι ουδέτερα λίπη (τριγλυκερίδια), φωσφολιπίδια και χοληστερόλη.

Η πέψη των λιπών συντελείται κυρίως στο λεπτό έντερο με την επίδραση της **πα-**

γκρεατικής λιπάσης, αφού έχει προηγηθεί η γαλακωματοποίησή τους από τα χολικά άλατα. Κατά τη γαλακτωματοποίηση προκύπτουν μικρότερου μεγέθους σωματίδια, στην επιφάνεια των οποίων μπορούν να δράσουν τα πεπτικά ένζυμα, τα οποία δεν είναι λιποδιαλυτά. Με τη δράση της λιπάσης τα ουδέτερα λίπη διασπώνται σε μονογλυκερίδια, λιπαρά οξέα και γλυκερόλη.

Κατά την επαφή τους με την επιφάνεια των επιθηλιακών κυττάρων τα λιπαρά οξέα και τα μονογλυκερίδια διαχέονται παθητικά δια μέσου της κυτταρικής μεμβράνης. Μέσα στα επιθηλιακά κύτταρα τα τριγλυκερίδια επανασυντίθενται από μονογλυκερίδια και λιπαρά οξέα και συγκεντρώνονται στο ενδοπλασματικό δίκτυο, όπου μετατρέπονται σε σφαιρίδια που ονομάζονται **χυλομικρά**. Αυτά απομακρύνονται με τη λέμφο και καταλήγουν σε διάφορους ιστούς, κυρίως στο μυϊκό ή στο λιπώδη ιστό.

Βιταμίνες

Οι βιταμίνες είναι οργανικές ενώσεις που βρίσκονται σε μικρές ποσότητες στις τροφές και δεν μπορούν να παραχθούν από τα κύτταρα του οργανισμού. Δρουν κυρίως ως συνένζυμα συμμετέχοντας σε πολλές μεταβολικές λειτουργίες. Για το λόγο αυτό, η έλλειψή τους προκαλεί μεταβολικές διαταραχές στον οργανισμό (Πίνακας 2.2). Για παράδειγμα, η έλλειψη βιταμίνης B_1 μειώνει τη δυνατότητα πρόσληψης γλυκόζης από τα νευρικά κύτταρα και έτσι διαταράσσει τη λειτουργία τους. Η βιταμίνη Κ είναι απαραίτητη για τη σύνθεση παραγόντων πήξης του αίματος. Η βιταμίνη D αυξάνει την απορρόφηση ασβεστίου από το γαστρεντερικό σωλήνα και ελέγχει την εναπόθεσή του στα οστά.

Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες μπορούν να απορροφηθούν με απλή διάχυση, αν η συγκέντρωσή τους είναι υψηλή, αλλά υπάρχουν και ειδικοί μηχανισμοί μεταφοράς τους.

Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες εισέρχονται στα κύτταρα του επιθηλίου με διάχυση μέσω της κυτταρικής μεμβράνης, ενώνονται με τα χυλομικρά και ακολουθούν την πορεία τους. Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες είναι τέσσερις, οι D, E, K και A.

Ανόργανες ουσίες

Οι ανόργανες ουσίες παρά το ότι δεν παρέχουν ενέργεια, παίζουν σημαντικό ρόλο σε πολλές από τις λειτουργίες του κυττάρου. Αποτελούν συστατικά του πλάσματος του αίματος, της αιμοσφαιρίνης, των οστών κ.ά. Ανόργανες ουσίες όπως ιόντα ασβεστίου, καλίου, νατρίου, χλωρίου υπάρχουν σε μεγάλες ποσότητες στον οργανισμό. Άλλα στοιχεία όπως ο χαλκός, το κοβάλτιο, το φθόριο και ο ψευδάργυρος βρίσκονται στον οργανισμό σε ελάχιστες ποσότητες και γι' αυτό χαρακτηρίζονται ως ιχνοστοιχεία.

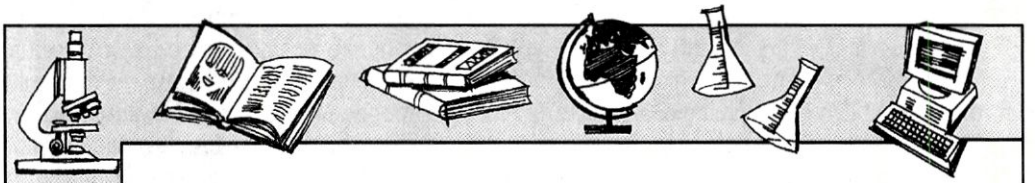
Γνωρίζετε ότι:

Καταναλώνουμε κατά μέσο όρο 5 kg περίπου πρόσθετα των τροφίμων το χρόνο.

Πίνακας 2.2 : Βιταμίνες

Υδατοδιαλυτές βιταμίνες		
Βιταμίνες	**Πηγές**	**Διαταραχές από την έλλειψή τους**
B_1 (θειαμίνη)	Γάλα - Κρέας - Ψωμί ολικής αλέσεως	Διαταραχές στη λειτουργία του νευρικού και του κυκλοφορικού συστήματος
Νιασίνη (νικοτινικό οξύ)	Γάλα - Ψωμί - Πατάτες - Κρέας - Πράσινα λαχανικά - Συκώτι	Διαταραχές στο ΚΝΣ, ραγάδες στο δέρμα φλεγμονή του βλεννογόνου του στόματος (πελάγρα)
B_2 (ριβοφλαβίνη)	Γάλα - Κρέας - Πράσινα λαχανικά - Ψωμί ολικής αλέσεως	Φλεγμονή του στόματος
B_6 (πυριδοξίνη)	Κρέας	Διαταραχές στο νευρικό σύστημα, αναιμία
Παντοθενικό οξύ	Γάλα - Κρέας	Διαταραχές στο ΚΝΣ, μειωμένη ανάπτυξη
B_{12} (κυανοβαλαμίνη)	Συκώτι - Νεφροί - Ψάρια	Αναιμία
Φυλλικό οξύ	Λαχανικά - Δημητριακά - Ψωμί - Κρέας	Μειωμένη ανάπτυξη, αναιμία
C (ασκορβικό οξύ)	Εσπεριδοειδή - Πράσινα λαχανικά - Τομάτες	Αδυναμία επούλωσης τραυμάτων, αναστολή αύξησης οστών, ευθραστότητα των οστών, αιμορραγία στα ούλα (Σκορβούτο)

Λιποδιαλυτές βιταμίνες		
Βιταμίνες	**Πηγές**	**Διαταραχές από την έλλειψή τους**
D (Καλσιφερόλη)	Ιχθυέλαια, γάλα, αβγά. Συντίθεται και στο δέρμα με την έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία.	Ραχίτιδα
E (Τοκοφερόλη)	Κρέας - Γάλα - Λαχανικά	Αναιμία
K	Λαχανικά. Συντίθεται επίσης από βακτήρια του παχέος εντέρου.	Επιβράδυνση της πήξης του αίματος.
A (Ρετινόλη)	Πράσινα - Κίτρινα λαχανικά, Αβγά, ιχθυέλαια	Ξηροδερμία, προβλήματα στην όραση.



Πρόσθετα τροφίμων

Είναι γνωστή η ύπαρξη των πρόσθετων στα τρόφιμα και κυρίως στα συσκευασμένα. Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι ουσίες που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα χαρακτηρίζονται με το γράμμα Ε και με έναν αριθμό, που είναι συγκεκριμένος για κάθε πρόσθετο. Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον, σχετικά με το πόσο οι ουσίες αυτές αποτελούν κίνδυνο για την υγεία των καταναλωτών. Φυσικά, όλα τα πρόσθετα δεν είναι επικίνδυνα, και χωρίς αυτά πολλά τρόφιμα θα αλλοιώνονταν, με σοβαρές συνέπειες για την υγεία των καταναλωτών. Χωρίς τα πρόσθετα τα τρόφιμα θα έπρεπε να καταναλώνονται πολύ γρήγορα, δε θα μπορούσαν να μεταφερθούν σε μακρινές αποστάσεις.

Δεν θα πρέπει να παραλείψουμε και τη σημασία των συντηρητικών, τα οποία αναστέλλουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, που σε διαφορετική περίπτωση θα έθεταν σε κίνδυνο την υγεία των καταναλωτών.

Οι κυριότερες κατηγορίες πρόσθετων είναι :

- *οι χρωστικές (Ε100-Ε180), οι οποίες προσδίδουν χρώμα στα τρόφιμα,*
- *τα συντηρητικά (Ε200-Ε297), τα οποία αναστέλλουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών,*
- *τα αντιοξειδωτικά (Ε300-Ε321), τα οποία καθυστερούν την οξείδωση των τροφών,*
- *τα βελτιωτικά (Ε322-Ε495), τα οποία συμπεριλαμβάνουν τους ομογενοποιητές και τους σταθεροποιητές, οι οποίοι βελτιώνουν την εμφάνιση των τροφών.*
- *οι αρωματικές και γλυκαντικές ύλες (Ε620-Ε637), οι οποίες προσθέτουν άρωμα και βελτιώνουν τη γεύση.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πέψη των υδατανθράκων αρχίζει στο στόμα, με το ένζυμο πτυαλίνη που διασπά το άμυλο, ενώ των πρωτεϊνών αρχίζει στο στομάχι με την επίδραση της πεψίνης. Στο λεπτό έντερο ολοκληρώνεται η πέψη των υδατανθράκων και των πρωτεϊνών, καθώς και των λιπών, τα οποία έχουν υποστεί γαλακτωματοποίηση με την επίδραση της χολής, που εκκρίνεται από το ήπαρ.

Τα ένζυμα του παγκρέατος και του λεπτού εντέρου διασπούν τελικά τους υδατάνθρακες σε μονοσακχαρίτες, τις πρωτεϊνες σε αμινοξέα και τα λίπη σε λιπαρά οξέα και γλυκερόλη. Τα συστατικά αυτά απορροφώνται από τα επιθηλιακά κύτταρα του λεπτού εντέρου και μέσω της κυκλοφορίας φτάνουν στους διάφορους ιστούς. Βιταμίνες, ιόντα και νερό απορροφώνται επίσης στο λεπτό έντερο.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Η απορρόφηση στο λεπτό έντερο αφορά:
   - Τα λίπη
   - Τα λιπαρά οξέα και τη γλυκερόλη
   - Τις πρωτεΐνες,
   - Τους μονοσακχαρίτες
   - Τα αμινοξέα
   - Το νερό

   Να σημειώσετε το λάθος (Λ) ή το σωστό (Σ).

2. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

Τμήμα του γαστρεντερικού σωλήνα	**Λειτουργίες**
Στοματική κοιλότητα	
Οισοφάγος	
Στομάχι	
Λεπτό έντερο	
Παχύ έντερο	

3. Οι βιταμίνες είναι απαραίτητες στον οργανισμό διότι:

α. είναι δομικά συστατικά των κυττάρων
β. παρέχουν ενέργεια
γ. δρουν ως συνένζυμα
δ. δε συντίθενται στον οργανισμό.
Να σημειώσετε αν οι παραπάνω προτάσεις είναι σωστές (Σ) ή λάθος (Λ).

4. Να αντιστοιχίσετε τα ένζυμα με τις λειτουργίες τους.

Ένζυμα	**Λειτουργίες**
πτυαλίνη πεψίνη παγκρεατική αμυλάση	Διάσπαση του αμύλου
θρυψίνη χυμοθρυψίνη	Διάσπαση πρωτεϊνών
Καρβοξυπεπτιδάση παγκρεατική λιπάση	Διάσπαση λιπών

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

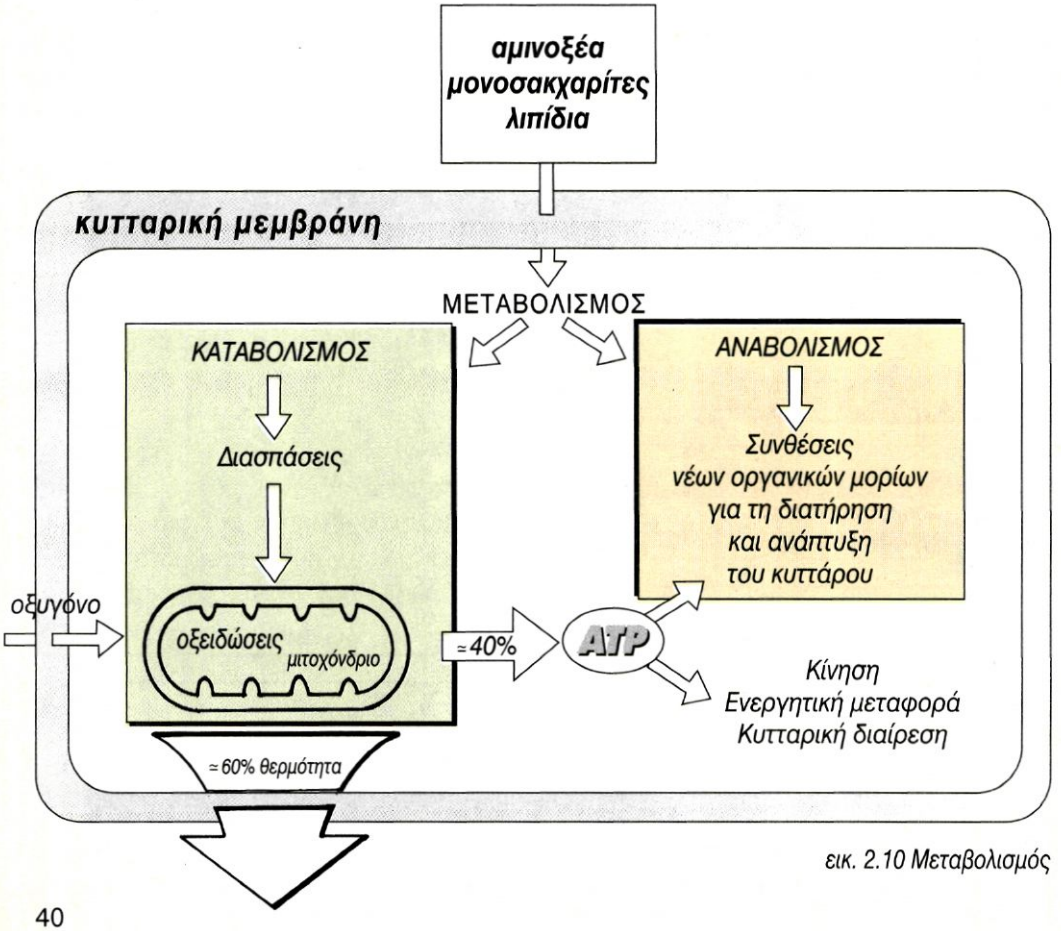
1. Η επεξεργασία που γίνεται στις τροφές έχει ως αποτέλεσμα πολλές από τις θρεπτικές ουσίες που περιέχουν να χάνονται, ενώ προστίθενται άλλες που δε χρειαζόμαστε. Να βρείτε τα επίπεδα των θρεπτικών ουσιών στις ψητές πατάτες, στις τηγανητές πατάτες και στα «chips». Να συγκρίνετε, για τις τρεις αυτές περιπτώσεις, τις τιμές του Να, των λιπαρών ουσιών, της βιταμίνης C και των φυτικών ινών. Ποια είναι η επίδραση της επεξεργασίας στις πατάτες, όσον αφορά τα επίπεδα των θρεπτικών ουσιών;

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Μεταβολισμός είναι το σύνολο των βιοχημικών αντιδράσεων που γίνονται στον οργανισμό. Περιλαμβάνει τον καταβολισμό και τον αναβολισμό. Με τον καταβολισμό διασπώνται οργανικά μόρια και απελευθερώνεται ενέργεια, η οποία χρησιμοποιείται για τη σύνθεση ATP.

Με τον αναβολισμό έχουμε σύνθεση οργανικών μορίων από άλλα απλούστερα, με κατανάλωση ενέργειας, που παρέχεται από τη διάσπαση του ATP. Για να διεξαχθούν οι αντιδράσεις του μεταβολισμού, χρειάζονται θρεπτικές ουσίες όπως οι υδατάνθρακες, τα λίπη, το νερό, οι βιταμίνες και ιόντα. Το οξυγόνο το οποίο είναι απαραίτητο για τις αντιδράσεις του μεταβολισμού (οξειδώσεις), προσλαμβάνεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα που φτάνει στους πνεύμονες. Οι θρεπτικές ουσίες και το οξυγόνο μεταφέρονται με την κυκλοφορία του αίματος σε όλους τους ιστούς.

Το κύτταρο είναι το βιοχημικό εργαστήριο όπου γίνονται όλες οι μεταβολικές διεργασίες. Οι ενεργειακές ανάγκες των κυττάρων ποικίλλουν ανάλογα με τις λειτουργίες που αυτά επιτελούν και εξασφαλίζονται με τον καταβολισμό. Η σύνθεση νέων πολύπλοκων οργανικών μορίων όπως τα ένζυμα, και οι δομικές πρωτεΐνες εξασφαλίζεται με τον αναβολισμό.



εικ. 2.10 Μεταβολισμός

Υδατάνθρακες

Το 99% των υδατανθράκων που χρησιμοποιούνται από τον οργανισμό παρέχουν ενέργεια για τη σύνθεση του ATP.

Όταν η γλυκόζη μέσω της κυκλοφορίας του αίματος φτάσει σε όλους τους ιστούς του σώματος, εισέρχεται στα κύτταρα δια μέσου της κυτταροπλασματικής μεμβράνης. Εκεί η γλυκόζη διασπάται για την παραγωγή ενέργειας με τη μορφή ATP. Τα μυϊκά κύτταρα, που έχουν αυξημένες ανάγκες σε ενέργεια, αποθηκεύουν γλυκόζη με τη μορφή γλυκογόνου.

Όταν τα αποθέματα των υδατανθράκων του οργανισμού ελαττωθούν και φτάσουν σε επίπεδα κάτω από τα φυσιολογικά, γίνεται σύνθεση γλυκόζης κυρίως από γλυκερόλη, η οποία εξασφαλίζεται από τη διάσπαση των λιπών. Σε περίπτωση δηλαδή έλλειψης υδατανθράκων, τα αποθηκευμένα λίπη, στο λιπώδη ιστό και στο ήπαρ, καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες του οργανισμού.

Γνωρίζετε ότι:

Η γλυκόζη είναι η μόνη ουσία από την οποία ο εγκέφαλος αντλεί την απαιτούμενη γι' αυτόν ενέργεια. Γι' αυτό σε περιπτώσεις υπογλυκαιμίας (συγκέντρωση γλυκόζης στο αίμα μικρότερη από 70 mg/100 ml) ελαττώνεται η δραστηριότητα του εγκεφάλου με αποτέλεσμα λιποθυμικές καταστάσεις ή ακόμα και θάνατο.

Λίπη

Στα λίπη περιλαμβάνονται τα ουδέτερα λίπη, τα φωσφολιπίδια και η χοληστερόλη. Τα ουδέτερα λίπη ή τριγλυκερίδια χρησιμοποιούνται κυρίως για εξασφάλιση ενέργειας στον οργανισμό. Τα φωσφολιπίδια αποτελούν δομικό συστατικό των κυτταρικών μεμβρανών και η χοληστερόλη αποτελεί συστατικό της χολής.

Όλα σχεδόν τα λίπη που περιέχονται στην τροφή, απορροφώνται στο λεπτό έντερο και μεταφέρονται στη λέμφο με τη μορφή χυλομικρών και στη συνέχεια στην κυκλοφορία του αίματος.

Η χρησιμοποίηση τριγλυκεριδίων για την παραγωγή ενέργειας περιορίζεται σημαντικά, όταν ο οργανισμός διαθέτει επαρκείς ποσότητες υδατανθράκων.

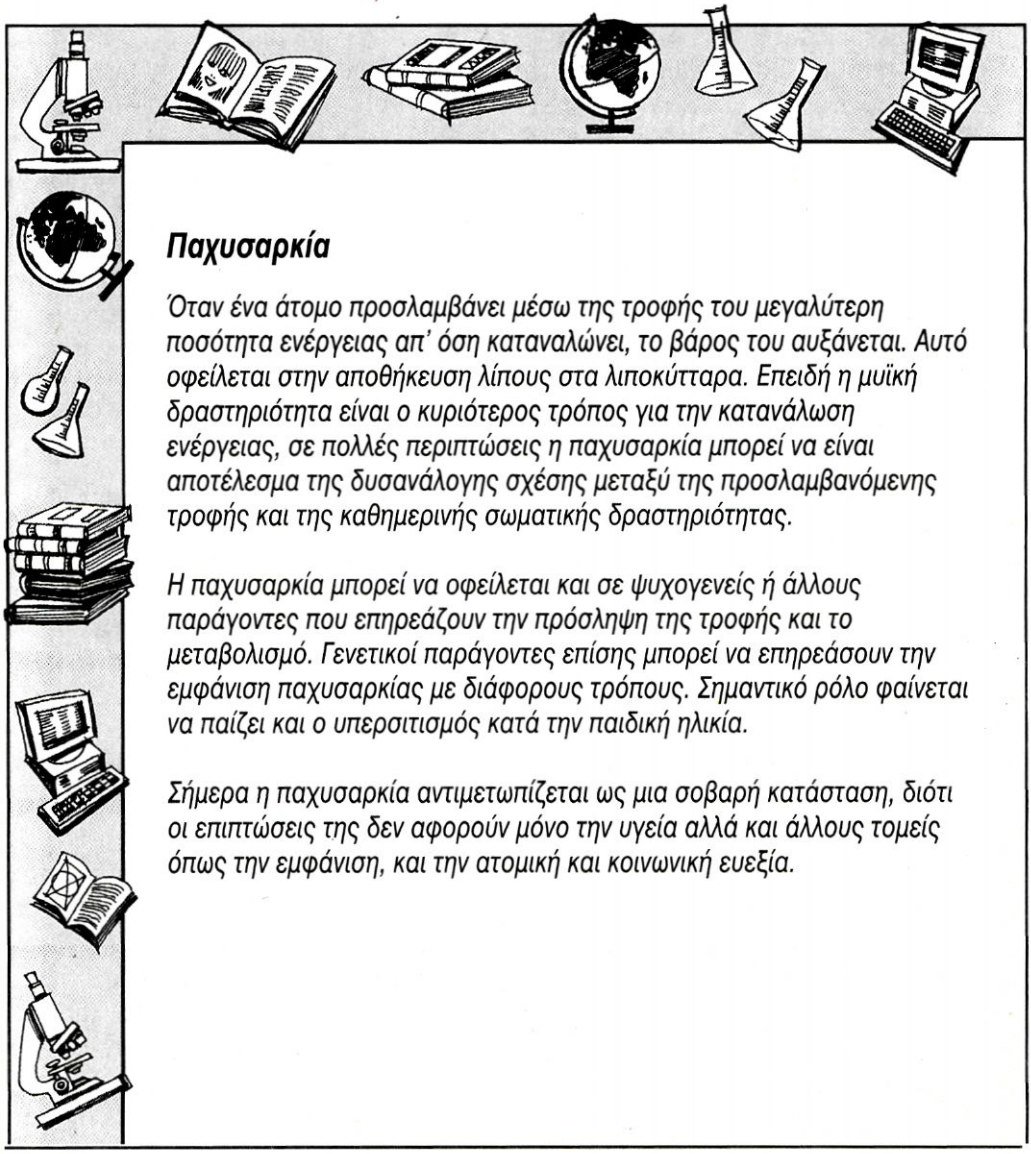
Η ενεργειακή αξία των λιπών είναι μεγάλη, καθώς ένα γραμμάριο λίπους παρέχει 2,25 φορές περισσότερη ενέργεια απ' όση ένα γραμμάριο γλυκογόνου (υδατάνθρακας). Η αποθήκευσή τους γίνεται σε μεγάλες ποσότητες στο λιπώδη ιστό και στο ήπαρ και αυτό είναι σημαντικό, διότι η ικανότητα των κυττάρων να αποθηκεύουν υδατάνθρακες με τη μορφή γλυκογόνου είναι γενικά μικρή.

Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες αποτελούν είτε δομικά (π.χ. κολλαγόνο) είτε λειτουργικά συστατικά του κυττάρου (ένζυμα, αντισώματα κ.ά.).

Τα τελικά προϊόντα της πέψης των πρωτεϊνών στο γαστρεντερικό σωλήνα είναι τα αμινοξέα, τα οποία απορροφώνται γρήγορα (μέσα σε 5 έως 10 λεπτά), και μέσω της κυκλοφορίας κατανέμονται σε ολόκληρο τον οργανισμό. Όταν αυτά εισέλθουν στα κύτταρα των διάφορων ιστών, χρησιμοποιούνται στην πρωτεϊνοσύνθεση για το σχηματι-

σμό συγκεκριμένων πρωτεϊνών του κυττάρου. Τα αμινοξέα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για παραγωγή ενέργειας, σε περίπτωση έλλειψης υδατανθράκων και λιπών.



Παχυσαρκία

Όταν ένα άτομο προσλαμβάνει μέσω της τροφής του μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας απ' όση καταναλώνει, το βάρος του αυξάνεται. Αυτό οφείλεται στην αποθήκευση λίπους στα λιποκύτταρα. Επειδή η μυϊκή δραστηριότητα είναι ο κυριότερος τρόπος για την κατανάλωση ενέργειας, σε πολλές περιπτώσεις η παχυσαρκία μπορεί να είναι αποτέλεσμα της δυσανάλογης σχέσης μεταξύ της προσλαμβανόμενης τροφής και της καθημερινής σωματικής δραστηριότητας.

Η παχυσαρκία μπορεί να οφείλεται και σε ψυχογενείς ή άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την πρόσληψη της τροφής και το μεταβολισμό. Γενετικοί παράγοντες επίσης μπορεί να επηρεάσουν την εμφάνιση παχυσαρκίας με διάφορους τρόπους. Σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει και ο υπερσιτισμός κατά την παιδική ηλικία.

Σήμερα η παχυσαρκία αντιμετωπίζεται ως μια σοβαρή κατάσταση, διότι οι επιπτώσεις της δεν αφορούν μόνο την υγεία αλλά και άλλους τομείς όπως την εμφάνιση, και την ατομική και κοινωνική ευεξία.

Λιποκύτταρα

Από δεδομένα ερευνών υπάρχουν ενδείξεις ότι το βάρος κάθε ανθρώπου είναι γενετικά καθορισμένο, και εξαρτάται από τον αριθμό των λιποκυττάρων του, καθώς και από την ποσότητα του λίπους που είναι αποθηκευμένη μέσα σ' αυτά. Από τη στιγμή που τα λιποκύτταρα ενός ατόμου σχηματιστούν, ο αριθμός τους δε μειώνεται και το μόνο που μπορεί προσωρινά να αλλάξει είναι το μέγεθός τους. Τα λιποκύτταρα φαίνεται σαν να «επιδιώκουν» να διατηρούν το μέγεθός τους και να επανέρχονται σ' αυτό πολύ γρήγορα μετά από κάθε δίαιτα.

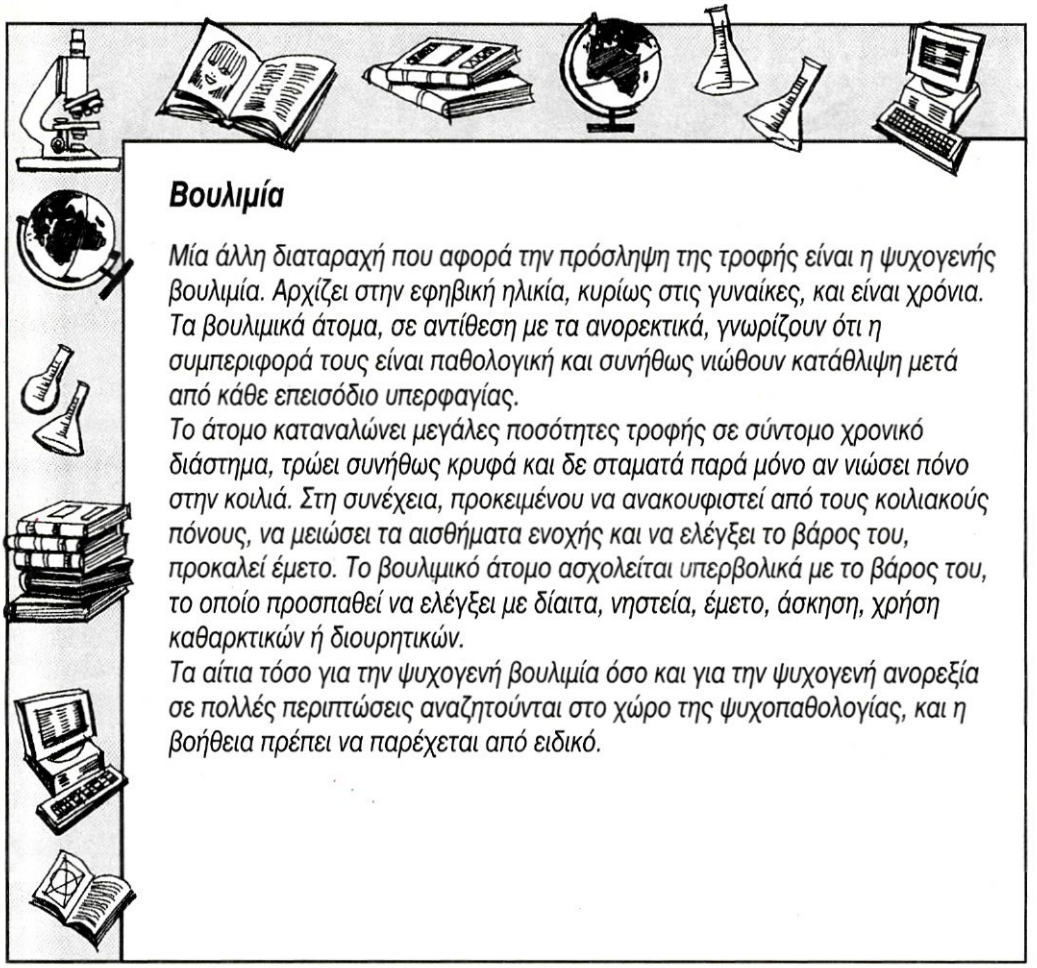
Έρευνες έχουν δείξει ότι οι επαναλαμβανόμενες δίαιτες κάνουν όλο και πιο δύσκολη την απώλεια βάρους. Παράγοντες που βελτιώνουν την κατάσταση αυτή είναι η μείωση του συνολικού αριθμού θερμίδων (ειδικά από λιπαρές τροφές και υδατάνθρακες) σε συνδυασμό με την αύξηση της σωματικής άσκησης. Η τελευταία φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά το μεταβολικό ρυθμό, με αποτέλεσμα ο οργανισμός να καταναλώνει περισσότερες θερμίδες όχι μόνο κατά τη διάρκεια της άσκησης αλλά και τις υπόλοιπες ώρες.

Τελικά, η καθημερινή άσκηση μπορεί να συμβάλλει στον έλεγχο της όρεξης και στη διατήρηση του βάρους σε κανονικά επίπεδα.

Ψυχογενής ανορεξία

Είναι μια κατάσταση κατά την οποία το άτομο περιορίζει με τη θέλησή του την πρόσληψη τροφής, καθώς φοβάται έντονα μήπως παχύνει. Τα άτομα νιώθουν παχιά, ενώ το βάρος τους είναι φυσιολογικό, δηλαδή έχουν διαταραγμένη αντίληψη για το σώμα τους. Τα ανορεκτικά άτομα είναι σχεδόν αποκλειστικά γυναίκες (95%).

Η ψυχογενής ανορεξία εμφανίζεται στην εφηβική κυρίως ηλικία και η απώλεια βάρους επέρχεται με μείωση της τροφής, προκλητό έμετο, χρήση καθαρτικών ή διουρητικών ή με εξαντλητική άσκηση. Καθώς η απώλεια βάρους συνεχίζεται, το οικογενειακό περιβάλλον αρχίζει να ανησυχεί με την εξωτερική εμφάνιση του ανορεκτικού ατόμου. Το άτομο αυτό στη συνέχεια μπορεί να εμφανίσει υποθερμία, βραδυκαρδία, υπόταση, τριχόπτωση. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να επέλθει ακόμα και ο θάνατος. Η θνησιμότητα κυμαίνεται μεταξύ 5 και 18% των περιπτώσεων. Συχνά η νοσηλεία του ανορεκτικού ατόμου είναι απαραίτητη.



Βουλιμία

Μία άλλη διαταραχή που αφορά την πρόσληψη της τροφής είναι η ψυχογενής βουλιμία. Αρχίζει στην εφηβική ηλικία, κυρίως στις γυναίκες, και είναι χρόνια. Τα βουλιμικά άτομα, σε αντίθεση με τα ανορεκτικά, γνωρίζουν ότι η συμπεριφορά τους είναι παθολογική και συνήθως νιώθουν κατάθλιψη μετά από κάθε επεισόδιο υπερφαγίας.

Το άτομο καταναλώνει μεγάλες ποσότητες τροφής σε σύντομο χρονικό διάστημα, τρώει συνήθως κρυφά και δε σταματά παρά μόνο αν νιώσει πόνο στην κοιλιά. Στη συνέχεια, προκειμένου να ανακουφιστεί από τους κοιλιακούς πόνους, να μειώσει τα αισθήματα ενοχής και να ελέγξει το βάρος του, προκαλεί έμετο. Το βουλιμικό άτομο ασχολείται υπερβολικά με το βάρος του, το οποίο προσπαθεί να ελέγξει με δίαιτα, νηστεία, έμετο, άσκηση, χρήση καθαρκτικών ή διουρητικών.

Τα αίτια τόσο για την ψυχογενή βουλιμία όσο και για την ψυχογενή ανορεξία σε πολλές περιπτώσεις αναζητούνται στο χώρο της ψυχοπαθολογίας, και η βοήθεια πρέπει να παρέχεται από ειδικό.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μεταβολισμός είναι το σύνολο των βιοχημικών αντιδράσεων που γίνονται στον οργανισμό. Αναβολισμός είναι η σύνθεση οργανικών μορίων από άλλα, απλούστερα, με κατανάλωση ενέργειας (ATP). Καταβολισμός είναι η διάσπαση οργανικών μορίων σε απλούστερα, με ταυτόχρονη απελευθέρωση ενέργειας, που χρησιμοποιείται για τη σύνθεση του ATP. Όλες οι μεταβολικές διεργασίες γίνονται στο κύτταρο. Καταβολίζονται κυρίως οι υδατάνθρακες και τα λίπη για την παραγωγή ενέργειας, ενώ τα αμινοξέα χρησιμοποιούνται κυρίως για αναβολικές διεργασίες, όπως είναι η σύνθεση των πρωτεϊνών.

Με τις μεταβολικές λοιπόν διεργασίες εξασφαλίζονται τόσο η ενέργεια που χρειάζεται το κύτταρο όσο και τα απαραίτητα δομικά και λειτουργικά συστατικά του.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιες ανάγκες του κυττάρου καλύπτονται με τον καταβολισμό και ποιες με τον αναβολισμό;

2. Γιατί τα μυϊκά κύτταρα αποθηκεύουν γλυκόζη με τη μορφή του γλυκογόνου;

3. Ποιος είναι ο ρόλος των λιπών;

4. Με ποιο τρόπο χρησιμοποιεί ο οργανισμός τα αμινοξέα για τις ανάγκες του;

5. Να χαρακτηρίσετε ως καταβολισμό (Κ) ή αναβολισμό (Α) τις παρακάτω διεργασίες:
   α. διάσπαση οργανικών μορίων
   β. σύνθεση πρωτεϊνών
   γ. παραγωγή γλυκογόνου από γλυκόζη.

6. Στην αγορά κυκλοφορούν τρεις τύποι φρέσκου παστεριωμένου γάλακτος, το πλήρες, το ημιάπαχο (light) και το άπαχο (0%). Στη συσκευασία του κάθε τύπου αναγράφονται, με την ένδειξη «πίνακας διατροφής», τα συστατικά του. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα συστατικά του κάθε τύπου γάλακτος.

100ml γάλακτος περιέχουν:	**ΠΛΗΡΕΣ**	**ΗΜΙΑΠΑΧΟ**	**ΑΠΑΧΟ**
Ενέργεια	64,5 kcal	46,7kcal	33kcal
Πρωτεΐνες	3,2 g	3,3g	3,3g
Υδατάνθρακες	4,6g	4,7g	4,75g
Λιπαρά	3,5g	1,5g	0,0g
Ασβέστιο	120mg	120mg	124mg
Φώσφορο	95mg	97mg	98mg
Βιταμίνη A	37mg	15,8mg	0,0mg
Βιταμίνη C	1800mg	1837mg	1865mg
Βιταμίνη E	110mg	0.0mg	0,0mg
Βιταμίνη B_1	42mg	43mg	43,5mg
Βιταμίνη B_2	172mg	175,5mg	178mg
Βιταμίνη B_6	48mg	49mg	49,7mg
Βιταμίνη B_{12}	0,45mg	0,46mg	0,46mg

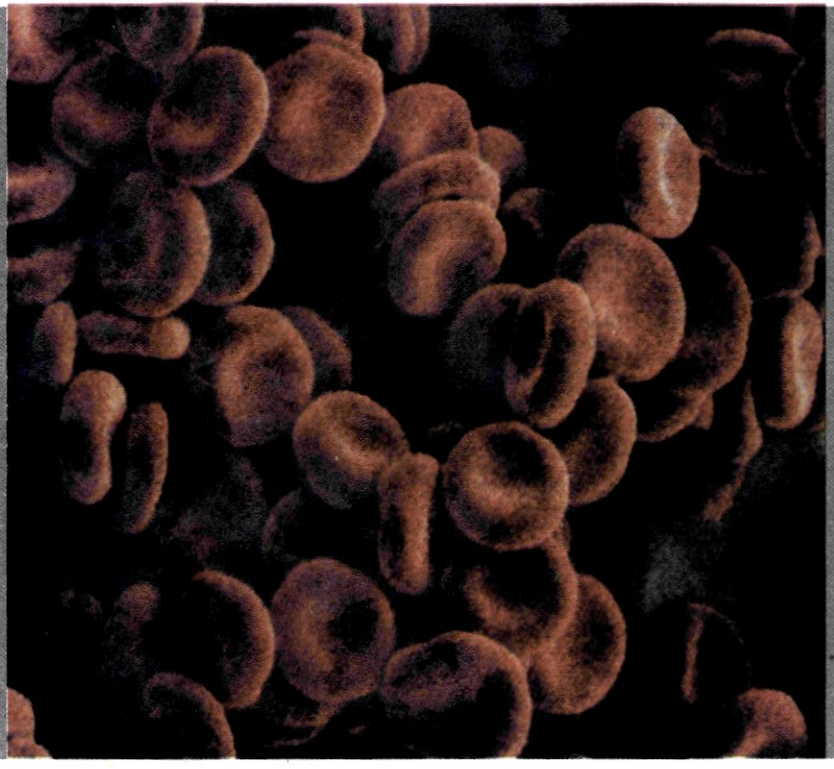
α. Κατασκευάστε ιστογράμματα στα οποία να απεικονίζονται η ποσότητα της ενέργειας, των λιπών και των πρωτεϊνών σε κάθε τύπο γάλακτος.
β. Το ημιάπαχο και το άπαχο γάλα περιέχουν λιγότερη ενέργεια από το πλήρες γάλα. Αιτιολογήστε γιατί συμβαίνει αυτό.
γ. Συγκρίνετε την ποσότητα σε άλατα που περιέχονται σε κάθε τύπο γάλακτος. Τι παρατηρείτε;
δ. Συγκρίνετε την ποσότητα σε βιταμίνες που περιέχονται σε κάθε τύπο γάλακτος. Γιατί η ποσότητα ορισμένων βιταμινών παραμένει ουσιαστικά αμετάβλητη και στους τρεις τύπους γάλακτος, ενώ η ποσότητα, των άλλων μειώνεται δραστικά στο ημιάπαχο και στο άπαχο;
ε. Σε ποια σημεία του γαστρεντερικού σωλήνα γίνεται ή πέψη των υδατανθράκων και των πρωτεϊνών του γάλακτος;

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Όπως θα γνωρίζετε, οι χορτοφάγοι αποφεύγουν να καταναλώνουν τροφές ζωικής προέλευσης. Να βρείτε ποιες διαφοροποιήσεις υπάρχουν στο θέμα αυτό ανάμεσα στις διάφορες ομάδες χορτοφάγων και πώς εξασφαλίζονται τα απαραίτητα για τον οργανισμό του ανθρώπου αμινοξέα;

2. Ένας διαιτολόγος συνιστά την αποφυγή λαχανικών και την κατανάλωση κρέατος στο βραδινό γεύμα, υποστηρίζοντας ότι η κατανάλωση τροφών υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες βοηθά στην ταχύτερη μυϊκή ανάπτυξη. Θα ακολουθούσατε τη συμβουλή του ναι ή όχι; Δικαιολογήστε με επιστημονικά στοιχεία την άποψή σας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

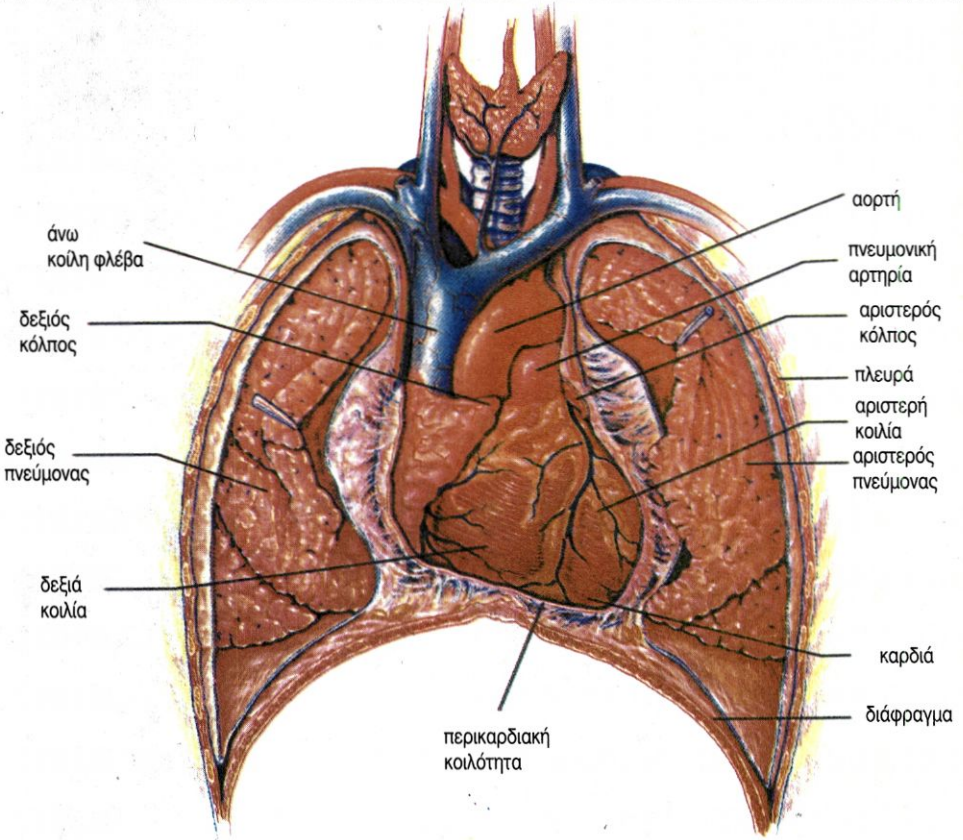


Ερυθροκύτταρα (φωτογραφία από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης)

3. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Η μεταφορά των θρεπτικών ουσιών στα κύτταρα των ιστών και η απομάκρυνση από αυτά των αχρήστων γίνεται από το **κυκλοφορικό σύστημα**, το οποίο αποτελείται από την καρδιά, τα αιμοφόρα αγγεία και το αίμα που κυκλοφορεί μέσα σ' αυτά. Στενά συνδεδεμένο με το κυκλοφορικό σύστημα είναι και το **λεμφικό σύστημα**, στο οποίο κυκλοφορεί η λέμφος.

ΚΑΡΔΙΑ

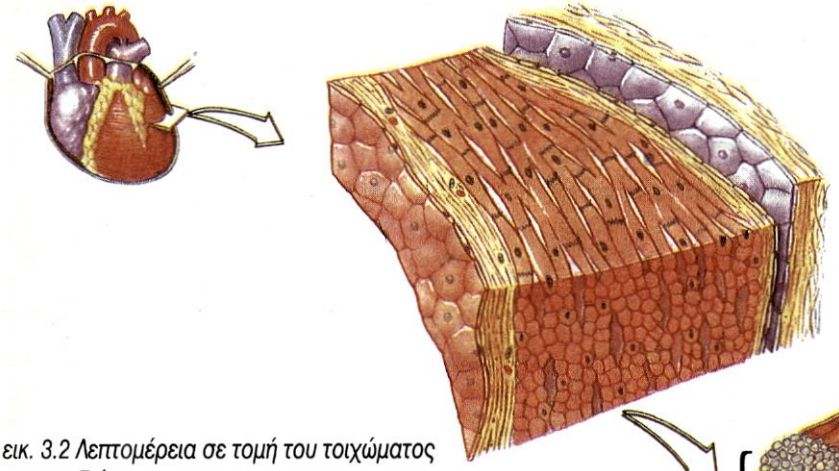


εικ. 3.1 Η θέση της καρδιάς και των κεντρικών αγγείων στη θωρακική κοιλότητα

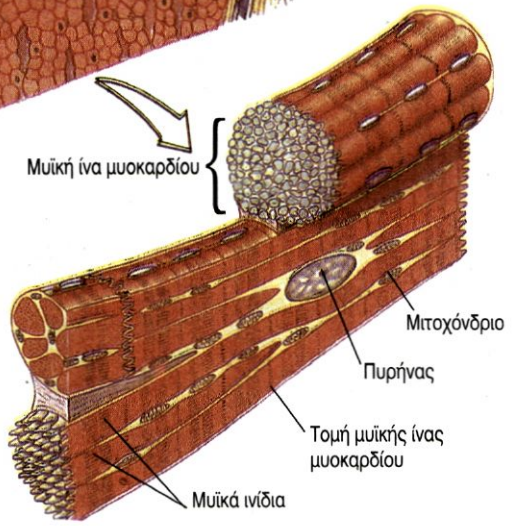
Δομή και λειτουργία

Το κύριο όργανο του κυκλοφορικού συστήματος είναι η **καρδιά**. Βρίσκεται ανάμεσα στους δύο πνεύμονες πίσω από το στέρνο (εικ.3.1).

Είναι όργανο κωνικού σχήματος, που αποτελείται από μυϊκό ιστό, το **μυοκάρδιο,** και έχει μέγεθος μεγάλης γροθιάς.



εικ. 3.2 Λεπτομέρεια σε τομή του τοιχώματος της καρδιάς



εικ. 3.3 Δομή καρδιακού μυός

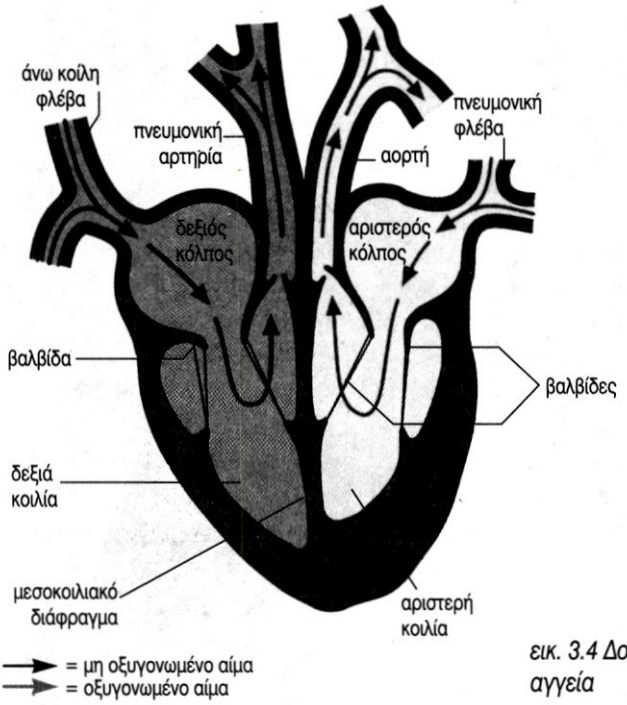
Η καρδιά στην πραγματικότητα είναι μία μυώδης αντλία, η οποία αποτελείται από ένα χαρακτηριστικό είδος μυός, τον **καρδιακό μυ**. Οι μυϊκές ίνες του μυοκαρδίου συνδέονται μεταξύ τους κατάλληλα , επιτρέποντας τη σύγχρονη σύσπασή τους (εικ.3.2, 3.3).

Η καρδιά του ανθρώπου είναι τετράχωρη και αποτελείται από δύο κόλπους με λεπτά τοιχώματα, που βρίσκονται στο ανώτερο τμήμα της, και από δύο κοιλίες με παχύτερα τοιχώματα, που βρίσκονται στο κατώτερο τμήμα της. Οι δύο κοιλίες χωρίζονται μεταξύ τους με το μεσοκοιλιακό διάφραγμα και οι κόλποι με το μεσοκολπικό διάφραγμα (εικ.3.4). Δεν υπάρχει, επομένως, επικοινωνία ανάμεσα στους δύο κόλπους ή στις δύο κοιλίες. Πρέπει να σημειωθεί ότι η αριστερή κοιλία έχει παχύτερα τοιχώματα από τη δεξιά, διότι στέλνει το αίμα σε μεγαλύτερη απόσταση (σε όλο το σώμα). Μεταξύ των κόλπων και των κοιλιών υπάρχουν βαλβίδες που καθορίζουν τη μονόδρομη ροή του αίματος σε κάθε σύσπαση της καρδιάς.

Στην πραγματικότητα η καρδιά είναι μία αντλία αναρροφητική και ταυτόχρονα συμπιεστική. Αναρροφητική, γιατί συγκεντρώνει το αίμα από όλα τα τριχοειδή του σώματος μέσω των φλεβών, και συμπιεστική, διότι στέλνει το αίμα στα τριχοειδή όλου του σώματος μέσω των αρτηριών που ξεκινούν από τις κοιλίες της.

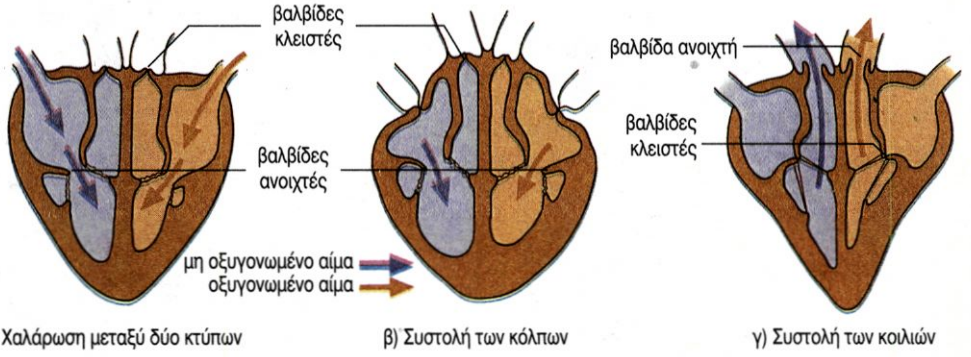
Το αίμα κινείται από τους κόλπους προς τις κοιλίες, οι οποίες με τη συστολή τους το στέλνουν σε δύο αρτηρίες.

Στο δεξιό κόλπο φτάνει το αίμα από την περιφέρεια του σώματος, πλούσιο σε διοξείδιο του άνθρακα. Στον αριστερό κόλπο φτάνει το αίμα, που έχει ήδη περάσει από τους πνεύμονες και είναι πλούσιο σε οξυγόνο. Με τη συστολή των κόλπων το αίμα κινείται προς τις κοιλίες.



εικ. 3.4 Δομή της καρδιάς σε σχέση με τα κεντρικά αγγεία

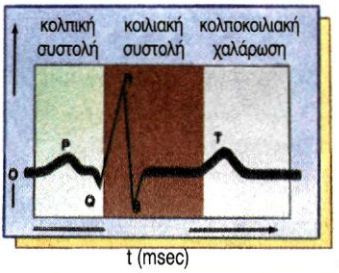
Στη συνέχεια, με τη συστολή των κοιλιών, και ενώ οι βαλβίδες κλείνουν εμποδίζοντας την παλινδρόμηση του αίματος προς τους κόλπους, το αίμα διοχετεύεται στις αρτηρίες. Από την αριστερή κοιλία εισέρχεται στην **αορτή** και κινείται προς την περιφέρεια του σώματος, ενώ από τη δεξιά κοιλία εισέρχεται στην **πνευμονική αρτηρία** και κινείται προς τους πνεύμονες. Βαλβίδες που βρίσκονται στην είσοδο των δύο μεγάλων αρτηριών ελέγχουν τη ροή του αίματος από τις κοιλίες προς την αορτή και προς την πνευμονική αρτηρία (εικ.3.5).



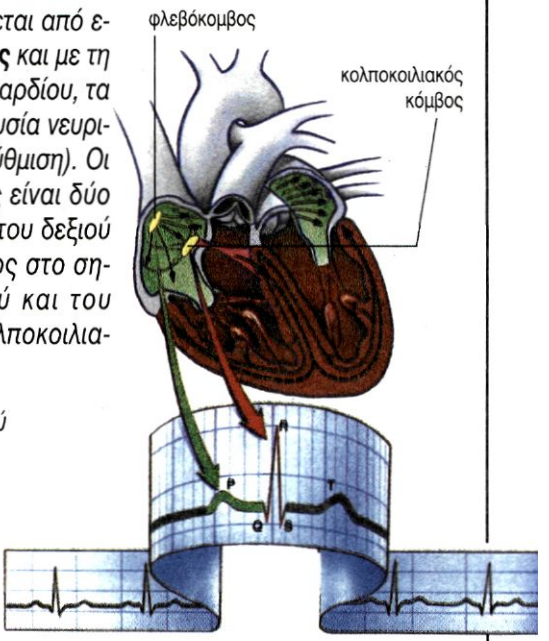
εικ. 3.5 Ροή του αίματος στην καρδιά α) Χαλάρωση (μεταξύ δύο κτύπων) β) Συστολή των κόλπων γ) Συστολή των κοιλιών.

Ρύθμιση της καρδιακής λειτουργίας

Η λειτουργία της καρδιάς συντονίζεται από εσωτερικούς ***φυσικούς βηματοδότες*** *και με τη συνεργασία των κυττάρων του μυοκαρδίου, τα οποία μπορούν και συσπώνται απουσία νευρικής ή ορμονικής διέγερσης (αυτορύθμιση). Οι φυσικοί βηματοδότες της καρδιάς είναι δύο και βρίσκοναι ο ένας στο τοίχωμα του δεξιού κόλπου (φλεβόκομβος) και ο άλλος στο σημείο επαφής του μεσοκολπικού και του μεσοκοιλιακού διαφράγματος (κολποκοιλιακός κόμβος) (εικ.3.6).*



εικ. 3.6 Έλεγχος του καρδιακού ρυθμού



Φυσιολογικό καρδιογράφημα

Για να διατηρείται στη ζωή ένας άνθρωπος, θα πρέπει η καρδιά του να πάλλεται συνεχώς. Οι παλμοί οφείλονται σε διαδοχικές συστολές και χαλαρώσεις του μυοκαρδίου. Ο φυσιολογικός αριθμός παλμών (κτύπων) της καρδιάς στους ενήλικες είναι περίπου 60-80 / λεπτό, που σημαίνει ότι αντιστοιχεί κάτι περισσότερο από ένας παλμός / δευτερόλεπτο. Στις γυναίκες οι παλμοί είναι λίγο περισσότεροι, ενώ οι παλμοί ενός μωρού κατά τη γέννηση του μπορεί να φτάσουν τους 130 / λεπτό.

Η λειτουργία της καρδιάς επηρεάζεται και από γεγονότα που συμβαίνουν στον υπόλοιπο οργανισμό. Όταν τα κύτταρα παρουσιάζουν αυξημένη δραστηριότητα, όπως κατά τη διάρκεια σωματικής άσκησης, χρειάζονται περισσότερο αίμα. Τότε η καρδιά αναγκάζεται να αυξήσει το ρυθμό λειτουργίας της, **αυτορύθμιση.**

Γνωρίζετε ότι:

Η καρδιά κτυπά περίπου 100.000 φορές τη μέρα και αντλεί 13.000 λίτρα αίμα.

ΑΙΜΟΦΟΡΑ ΑΓΓΕΙΑ

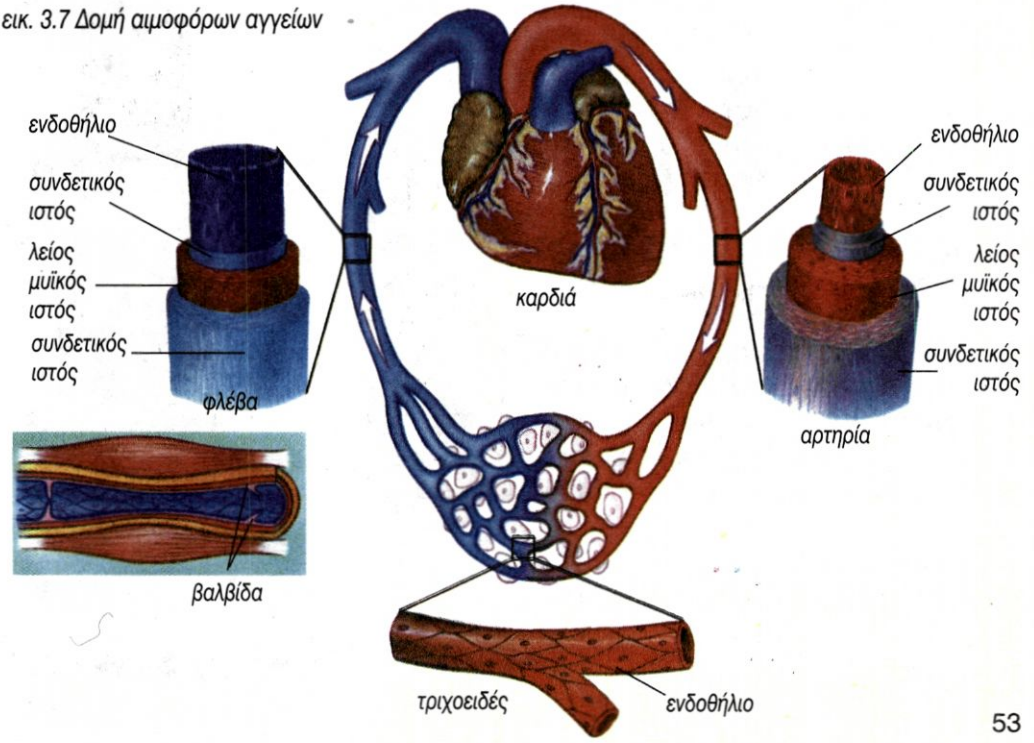
Το κυκλοφορικό σύστημα περιλαμβάνει τρία είδη αγγείων. Τις **αρτηρίες** (και τα αρτηρίδια), που μεταφέρουν το αίμα από την καρδιά προς την περιφέρεια, τα **τριχοειδή**, που επιτρέπουν την ανταλλαγή ουσιών με τους ιστούς, και τις **φλέβες** (και τα φλεβίδια), που επαναφέρουν το αίμα στην καρδιά. Τα τριχοειδή αγγεία παρεμβάλλονται μεταξύ αρτηριών και φλεβών.

Αρτηρίες

Οι αρτηρίες έχουν παχύτερα τοιχώματα και μικρότερη εσωτερική διάμετρο από τις φλέβες και περισσότερο μυϊκό ιστό (εικ.3.7, εικ.3.8). Το αίμα διοχετεύται στις αρτηρίες με κάθε συστολή των κοιλιών της καρδιάς. Κάθε φορά που διοχετεύεται μία ποσότητα αίματος στις αρτηρίες, τα τοιχώματά τους διευρύνονται με την πίεση του εισερχόμενου αίματος και η διεύρυνση αυτή ονομάζεται **σφυγμός**. Κάθε παλμός της καρδιάς προκαλεί ένα σφυγμό στις αρτηρίες, με αποτέλεσμα να έχουν τον ίδιο ρυθμό οι σφυγμοί των αρτηριών και οι παλμοί της καρδιάς. Ο σφυγμός αυτός ανιχνεύεται στον καρπό του χεριού, καθώς και σε άλλα σημεία του σώματος.

Το αίμα προωθείται στο εσωτερικό των αρτηριών και με τις συσπάσεις των τοιχωμάτων τους, που συντελούνται με τη βοήθεια του μυϊκού ιστού που περιέχουν. Δύο είναι οι μεγαλύτερες αρτηρίες του σώματος, η πνευμονική αρτηρία και η αορτή. Όλες οι άλλες είναι διακλαδώσεις των παραπάνω αρτηριών. Το αίμα στις αρτηρίες, επειδή κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα, εμφανίζει μεγαλύτερη πίεση απ' ό,τι στις φλέβες. Αρτηρίδια είναι διακλαδώσεις των αρτηριών, μόλις ορατές με γυμνό μάτι.

εικ. 3.7 Δομή αιμοφόρων αγγείων



Φλέβες

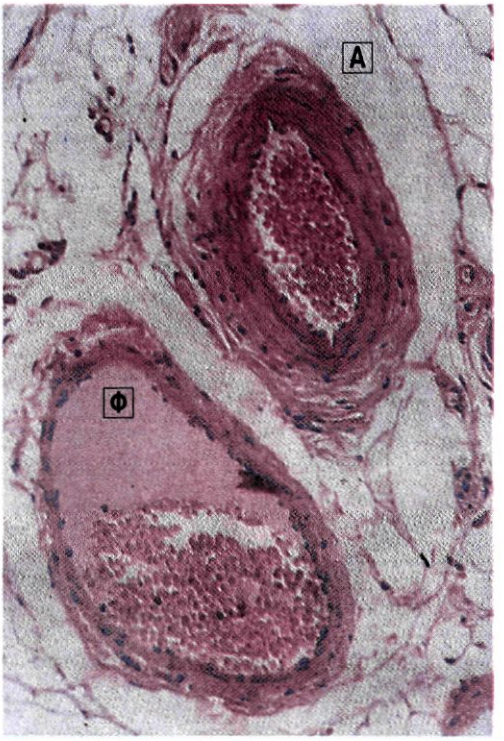
Οι φλέβες είναι περισσότερες των αρτηριών και δεν εμφανίζουν σφυγμό. Στο εσωτερικό τους έχουν βαλβίδες, που επιτρέπουν μονόδρομη πορεία στο αίμα, ώστε να οδεύει αναγκαστικά προς την καρδιά (εικ.3.8). Τα φλεβίδια είναι μικρές φλέβες, οι οποίες συνενούμενες σε μεγαλύτερα στελέχη, τις φλέβες, επαναφέρουν το αίμα στην καρδιά. Ανά πάσα στιγμή, περισσότερο από τα 2/3 της συνολικής ποσότητας αίματος βρίσκεται στις φλέβες και στα φλεβίδια. Με τον τρόπο αυτό οι φλέβες λειτουργούν σαν δεξαμενές αίματος.

Γνωρίζετε ότι:

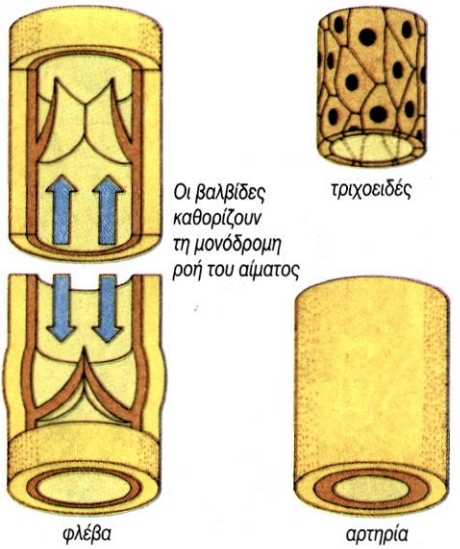
Κάθε στιγμή, οι φλέβες περιέχουν το 75% της ποσότητας του αίματος, οι αρτηρίες το 20% και τα τριχοειδή το 5%.

Τριχοειδή

Είναι τα πολυπληθέστερα και λεπτότερα αιμοφόρα αγγεία με εσωτερική διάμετρο όση περίπου κι ένα ερυθρό αιμοσφαίριο (7 μm), που σημαίνει ότι μόνο ένα ερυθρό αιμοσφαίριο χωράει να περάσει μέσα απ' αυτά (εικ.3.7), (εικ.3.8). Τα τριχοειδή παρεμβάλλονται μεταξύ αρτηριών και φλεβών, έχουν δε έναν πολύ σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του κυκλοφορικού συστήματος και του οργανισμού γενικότερα. Μέσω των τοιχωμάτων τους, τα οποία συνίστανται από ένα μονόστιβο στρώμα επιθηλιακών κυττάρων, το **ενδοθήλιο**, γίνεται η ανταλλαγή των ουσιών ανάμεσα στο αίμα και στους ιστούς, καθώς και η ανταλλαγή, με παθητική διάχυση, του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα. Τα τοιχώματα των τριχοειδών επιτρέπουν επίσης στα λευκοκύτταρα να τα διαπερνούν και να φτάνουν όπου είναι απαραίτητη η παρουσία τους για την άμυνα του οργανισμού.

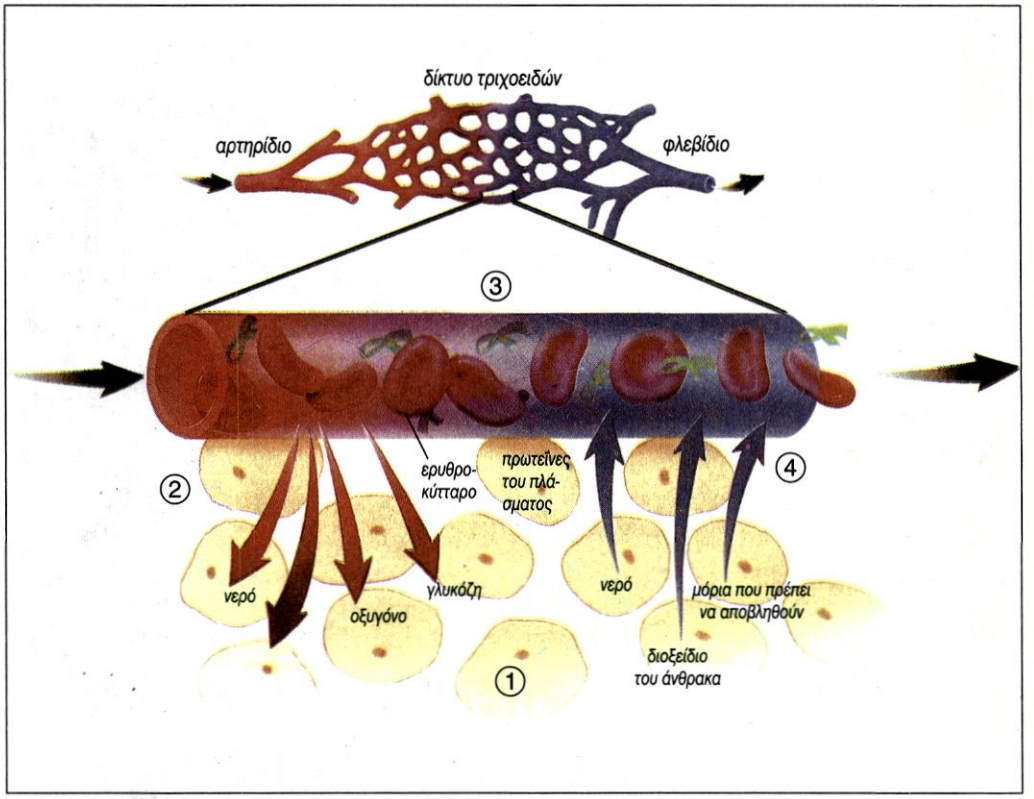


α) Τομή αρτηρίας (Α) και φλέβας (Φ)



β) Τα τρία είδη των αιμοφόρων αγγείων

εικ. 3.8 Διαφορές στη δομή των αιμοφόρων αγγείων



εικ.3.9 Δίκτυο τριχοειδών που τροφοδοτεί μία ομάδα σωματικών κυττάρων.1) Τα κύτταρα των ιστών περιβάλλονται από ένα υγρό, το **μεσοκυττάριο υγρό** (υγρό των ιστών), από το οποίο παίρνουν θρεπτικά συστατικά και στο οποίο αφήνουν ουσίες που δεν τους χρειάζονται. 2) Η πίεση του αίματος, στο αρτηριακό άκρο των τριχοειδών, είναι σχετικά υψηλή σε σχέση με το μεσοκυττάριο υγρό, με αποτέλεσμα μικρά μόρια που βρίσκονται στο πλάσμα να διαπερνούν τα τοιχώματα των τριχοειδών. 3) Τα ερυθροκύτταρα ,καθώς και μεγάλα μόρια όπως οι πρωτεΐνες, παραμένουν στο εσωτερικό των τριχοειδών. 4) Στο φλεβικό άκρο των τριχοειδών η απώλεια μορίων από το αίμα έχει ως αποτέλεσμα την πτώση της πίεσης. Η μειωμένη πίεση του αίματος, σε σχέση με το μεσοκυττάριο υγρό, έχει ως αποτέλεσμα μία ποσότητα από το υγρό αυτό μαζί με άχρηστα συστατικά να επαναρροφάται από τα τριχοειδή του φλεβικού άκρου.

Γνωρίζετε ότι:

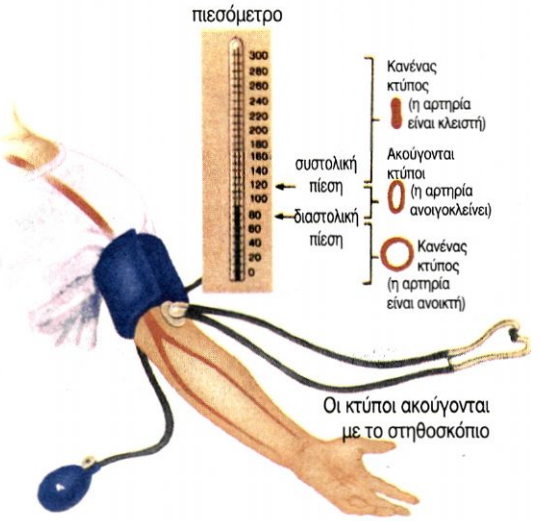
Το συνολικό μήκος των αρτηριών, των φλεβών και των τριχοειδών του ανθρώπινου σώματος είναι 100.000 km.

Αρτηριακή πίεση

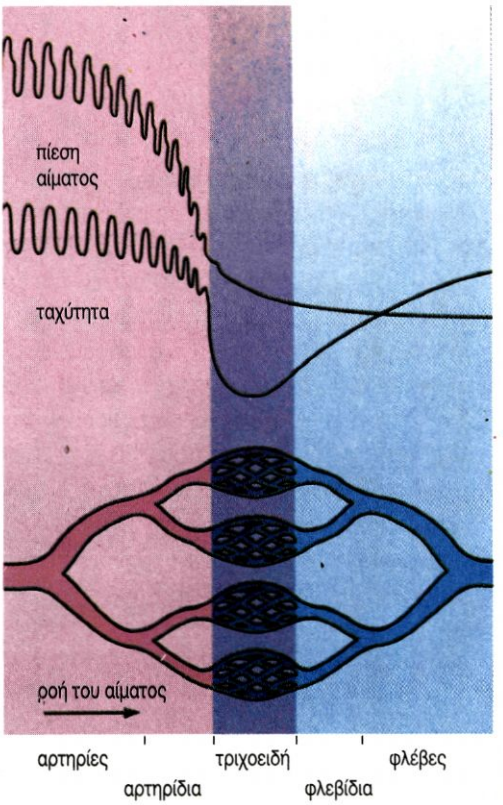
Ο όρος «πίεση του αίματος» εκφράζει την πίεση που ασκείται από το αίμα στο τοίχωμα ενός αιμοφόρου αγγείου. Συνήθως αναφερόμαστε στην πίεση των τοιχωμάτων των αρτηριών. Σε κάθε συστολή της καρδιάς η πίεση του αίματος στις αρτηρίες κυμαίνεται από 110 έως 150 mmHg και ονομάζεται συστολική ή μέγιστη αρτηριακή πίεση. Όταν η καρδιά χαλαρώνει, η πίεση αυτή γίνεται 80 mmHg και τότε ονομάζεται διαστολική ή ελάχιστη αρτηριακή πίεση (εικ.3.10).

Η πίεση που ασκεί το αίμα στα τοιχώματα των αγγείων μειώνεται, καθώς το αίμα κινείται από τις αρτηρίες προς τα αρτηρίδια και τα τριχοειδή. Στην περιοχή των φλεβών ελαχιστοποιείται. Η πτώση αυτή της πίεσης, οφείλεται στην τριβή μεταξύ αίματος και τοιχωμάτων των αγγείων. Η πίεση του αίματος είναι υπεύθυνη για την ταχύτητα ροής του αρτηριακού αίματος. Η ταχύτητα αυτή ελαχιστοποιείται στην περιοχή των τριχοειδών, και διευκολύνεται έτσι η ανταλλαγή ουσιών μεταξύ τριχοειδών και των κυττάρων των ιστών (εικ.3.11). Στη συνέχεια η κίνηση του φλεβικού αίματος επιτυγχάνεται με τη συστολή των σκελετικών μυών (εικ.3.12).

Η πίεση του αίματος είναι ένας δείκτης της υγείας ενός ατόμου και συνήθως αυξάνεται με την πάροδο της ηλικίας. Η παθολογική αύξηση της αρτηριακής πίεσης ονομάζεται **αρτηριακή υπέρταση**, ενώ η παθολογική μείωση της τιμής της ονομάζεται **αρτηριακή υπόταση**. Η υπέρταση θεωρείται ένας ύπουλος εχθρός για την υγεία, διότι τις περισσότερες φορές την αγνοούμε, μέχρι τη στιγμή που θα συμβεί κάποιο καρδιακό επεισόδιο. Οι κίνδυνοι από την υπέρταση αφορούν τη λειτουργία της καρδιάς, του εγκεφάλου και των νεφρών. Για το λόγο αυτό



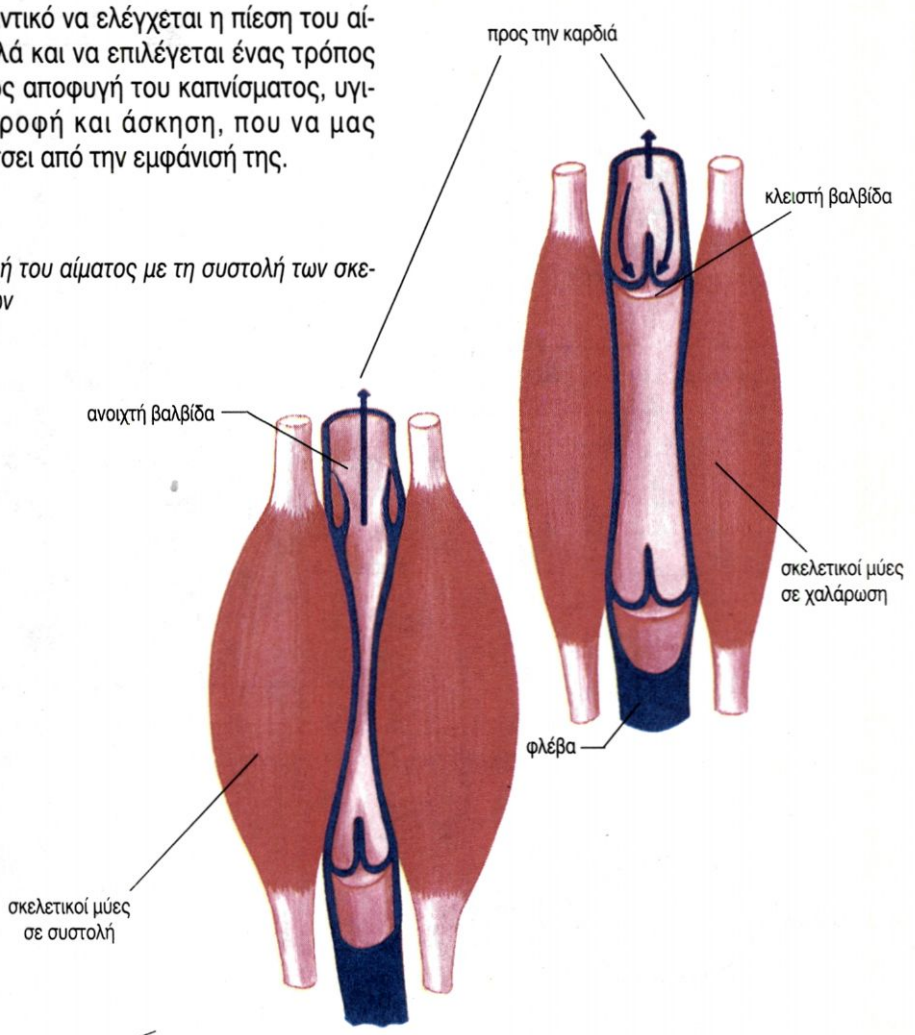
εικ. 3.10 Προσδιορισμός της αρτηριακής πίεσης



εικ. 3.11 Μεταβολές της πίεσης και της ταχύτητας ροής του αίματος στα αιμοφόρα αγγεία

είναι σημαντικό να ελέγχεται η πίεση του αίματος, αλλά και να επιλέγεται ένας τρόπος ζωής, όπως αποφυγή του καπνίσματος, υγιεινή διατροφή και άσκηση, που να μας προφυλάσσει από την εμφάνισή της.

εικ. 3.12 Ροή του αίματος με τη συστολή των σκελετικών μυών



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καρδιά του ανθρώπου είναι τετράχωρη, με δύο κόλπους στο ανώτερο τμήμα της και δύο κοιλίες στο κατώτερο. Δύο βαλβίδες επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ δεξιού κόλπου και δεξιάς κοιλίας η μία, και μεταξύ αριστερού κόλπου και αριστερής κοιλίας η άλλη.

Σύσπαση (συστολή) και χαλάρωση (διαστολή) της καρδιάς σε συνδυασμό με την ύπαρξη βαλβίδων έχει ως αποτέλεσμα τη μονόδρομη ροή του αίματος. Η δεξιά πλευρά της καρδιάς στέλνει το αίμα στους πνεύμονες και η αριστερή σε όλο το σώμα.

Το κυκλοφορικό σύστημα περιλαμβάνει τρία είδη αγγείων, τις αρτηρίες, τις φλέβες και τα τριχοειδή. Τα αγγεία αυτά έχουν δομικές και λειτουργικές διαφορές.

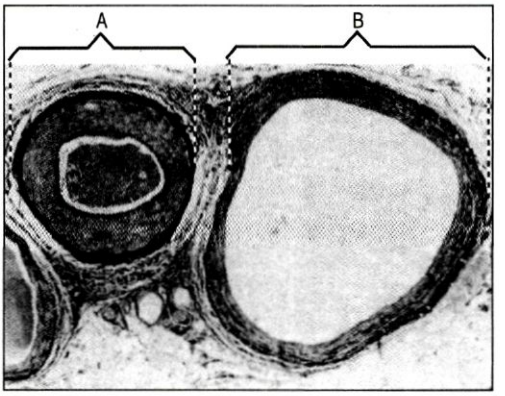
Η πίεση του αίματος είναι υπεύθυνη για τη ροή του στις αρτηρίες, και η συστολή των σκελετικών μυών για τη ροή του στις φλέβες.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιος είναι ο ρόλος των βαλβίδων της καρδιάς;

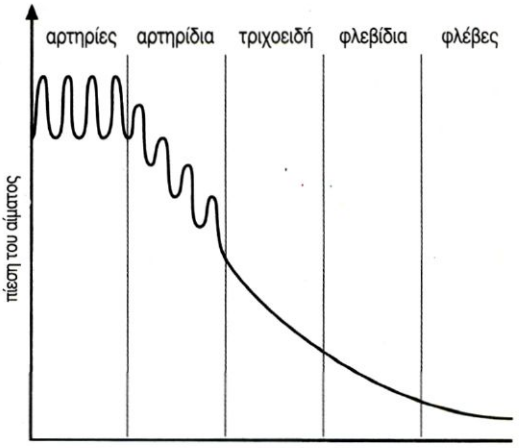
2. Να αναφέρετε έναν τουλάχιστο λόγο που να δικαιολογεί τα παρακάτω:
   α. Η αριστερή κοιλία έχει παχύτερα τοιχώματα από τη δεξιά.
   β. Οι αρτηρίες έχουν περισσότερο μυϊκό ιστό στα τοιχώματά τους απ' ότι οι φλέβες.
   γ. Οι φλέβες έχουν βαλβίδες.
   δ. Τα τριχοειδή έχουν πολύ λεπτά τοιχώματα.

3. Στη φωτογραφία που ακολουθεί φαίνονται σε κάθετη τομή μία αρτηρία και μία φλέβα. Να αναφέρετε τρεις λόγους για τους οποίους η ένδειξη Α αντιστοιχεί σε αρτηρία.



4. Στο διάγραμμα του τριχοειδούς που ακολουθεί να τοποθετήσετε τις παρακάτω ενδείξεις: αρτηριακό άκρο, πρωτεΐνες του πλάσματος, φλεβικό άκρο, οξυγόνο, θρεπτικές ουσίες, διοξείδιο του άνθρακα, νερό.

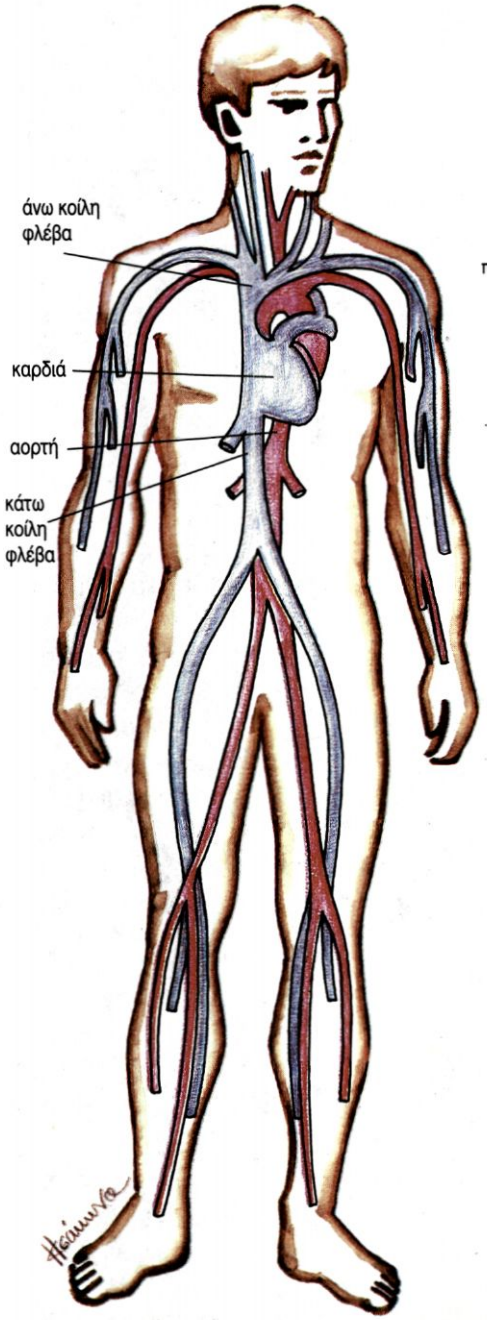
5. Στο διάγραμμα φαίνονται οι μεταβολές στην πίεση του αίματος, καθώς αυτό κινείται από τις αρτηρίες στις φλέβες μέσω των τριχοειδών.
   α. Να εξηγήσετε την κυματοειδή μορφή της καμπύλης στις αρτηρίες και στα αρτηρίδια.
   β. Σε ποιο σημείο του κυκλοφορικού συστήματος έχουμε τη μεγαλύτερη πτώση της πίεσης.

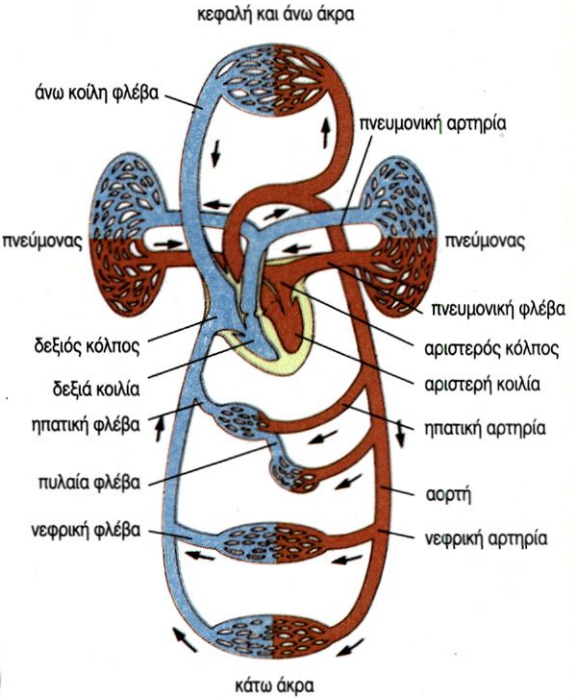


6. Σε ποια αιμοφόρα αγγεία το αίμα ρέει με μικρότερη ταχύτητα; Τι διευκολύνει το είδος της ροής αυτής;

7. Ποιοι παράγοντες συμβάλλουν στη ροή του φλεβικού αίματος προς την καρδιά;

Η ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΤΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ





εικ. 3.13 Το κυκλοφορικό σύστημα του ανθρώπου

Το κυκλοφορικό σύστημα, όπως φαίνεται και στην εικ.3.13, περιλαμβάνει τρεις βασικές πορείες: τη **μεγάλη** ή **συστηματική κυκλοφορία,** μέσω της οποίας το αίμα από την καρδιά μεταφέρεται σε όλο το σώμα και επιστρέφει στην καρδιά, τη **μικρή** ή **πνευμονική κυκλοφορία**, μέσω της οποίας το αίμα μεταφέρεται από την καρδιά στους πνεύμονες και πάλι στην καρδιά, και τέλος τη **στεφανιαία κυκλοφορία**, που τροφοδοτεί την καρδιά.

Μικρή (πνευμονική) κυκλοφορία

Αίμα από όλα τα σημεία του σώματος συγκεντρώνεται αρχικά στο δεξιό κόλπο της καρδιάς και στη συνέχεια περνά στη δεξιά κοιλία, η οποία με τη συστολή της το διοχετεύει στην **πνευμονική αρτηρία**, η οποία είναι η μόνη αρτηρία που μεταφέρει μη οξυγονωμένο αίμα. Μέσω της αρτηρίας αυτής, που στη συνέχεια διακλαδίζεται σε δύο, το αίμα φτάνει στους πνεύμονες. Εκεί γίνεται η ανταλλαγή αερίων, κατά την οποία το αίμα παραλαμβάνει το οξυγόνο και αποβάλλει το διοξείδιο του άνθρακα. Στη συνέχεια, το οξυγονωμένο αίμα, μέσω των **πνευμονικών φλεβών**, επιστρέφει στον αριστερό κόλπο της καρδιάς. Από τον αριστερό κόλπο περνά στην αριστερή κοιλία και στη συνέχεια στην αορτή, απ' όπου ξεκινά η μεγάλη κυκλοφορία του αίματος.

Μεγάλη κυκλοφορία

Στη μεγάλη κυκλοφορία συμμετέχουν αρτηρίες, που μεταφέρουν το αίμα από την αριστερή κοιλία της καρδιάς προς όλα τα σημεία του σώματος, και φλέβες, που το επαναφέρουν στο δεξιό κόλπο της καρδιάς. Συμμετέχουν επίσης και τα τριχοειδή, που είναι διάσπαρτα στους ιστούς με τη μορφή δικτύων και των οποίων η συνολική επιφάνεια ξεπερνάει τα 500 m^2. Τρία μεγάλα αγγεία συμμετέχουν στη μεγάλη κυκλοφορία του αίματος, η αορτή και η άνω και κάτω κοίλη φλέβα. Τα δύο τελευταία αγγεία συλλέγουν το αίμα καθώς επιστρέφει απ' όλα τα σημεία του σώματος και το επαναφέρουν στο δεξιό κόλπο της καρδιάς.

Στη μεγάλη κυκλοφορία το αίμα από την αριστερή κοιλία της καρδιάς, μέσω της **αορτής** και των διακλαδώσεών της, κατευθύνεται προς όλα τα σημεία του σώματος. Στα τριχοειδή αγγεία γίνεται η ανταλλαγή των χρήσιμων συστατικών (οξυγόνο, υδατάνθρακες, ορμόνες κτλ.), με τις άχρηστες ή τοξικές ουσίες που παράγονται με τον κυτταρικό μεταβολισμό (ουρία, διοξείδιο του άνθρακα κτλ.). Το αίμα, με τις ουσίες που πρέπει να αποβληθούν, περνά στα λεπτά φλεβικά αγγεία (φλεβίδια) και με την **άνω και κάτω κοίλη φλέβα** επανέρχεται στο δεξιό κόλπο της καρδιάς.

Στη μεγάλη κυκλοφορία του αίματος παρεμβάλλονται δύο σημαντικά όργανα του σώματος, οι νεφροί και το ήπαρ.

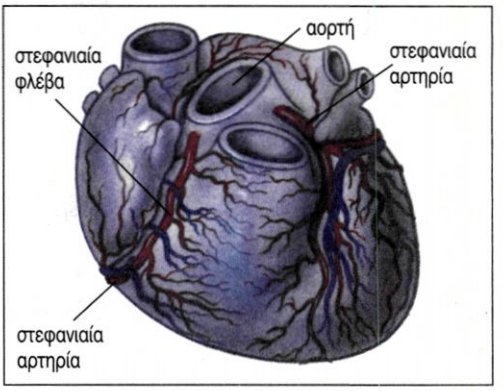
Το αίμα φτάνει στους νεφρούς με δύο αγγεία, **τη δεξιά και αριστερή νεφρική αρτηρία**. Εκεί αποβάλλονται τοξικές ουσίες όπως η ουρία, καθώς και η περίσσεια του νερού. Στη συνέχεια το αίμα απάγεται από τους νεφρούς με τις **νεφρικές φλέβες**, οι οποίες συνδέονται με τα κεντρικά φλεβικά αγγεία.

Το αίμα φτάνει στο ήπαρ με την **ηπατική αρτηρία** και την **πυλαία φλέβα**. Με την ηπατική αρτηρία τροφοδοτείται το ήπαρ με οξυγονωμένο αίμα. Με την πυλαία φλέβα διοχετεύεται στο ήπαρ αίμα από το στομάχι, το έντερο, τη σπλήνα, το πάγκρεας και τη χοληδόχο κύστη. Το αίμα αυτό είναι πλούσιο σε ουσίες που έχουν παραληφθεί από τα όργανα αυτά. Στη συνέχεια οι ουσίες αυτές διοχετεύονται στην κυκλοφορία μέσω της **ηπατικής φλέβας**.

Στεφανιαία κυκλοφορία

Η μεταφορά θρεπτικών ουσιών στους ιστούς της καρδιάς και η απομάκρυνση από αυτούς των άχρηστων προϊόντων του μεταβολισμού γίνεται με τη στεφανιαία κυκλοφορία. Αυτή περιλαμβάνει δύο μεγάλα αγγεία, τις **στεφανιαίες αρτηρίες**, που ξε-

κινούν από την αορτή και στη συνέχεια κατευθύνονται σε καθεμία από τις πλευρές της καρδιάς. Αυτές, μέσω τριχοειδών, συνδέονται με τις **στεφανιαίες φλέβες**, οι οποίες μεταφέρουν το αίμα στο δεξιό κόλπο της καρδιάς (εικ.3.14).



εικ. 3.14 Εξωτερική μορφολογία της καρδιάς. Στεφανιαίες αρτηρίες και φλέβες

Προβλήματα στη λειτουργία του κυκλοφορικού συστήματος

Οι καρδιαγγειακές παθήσεις αποτελούν την πρώτη αιτία θανάτου στις αναπτυγμένες χώρες. Η σύγχρονη όμως έρευνα δίνει δυνατότητες για πρόληψη, διάγνωση και θεραπεία των περισσότερων καρδιακών παθήσεων. Οι ***καρδιοπάθειες*** *διακρίνονται σε συγγενείς και επίκτητες. Οι πρώτες αφορούν συνήθως τη λειτουργία των βαλβίδων και έχουν ως αποτέλεσμα διαταραχές στην παροχή αίματος στους κόλπους και στις κοιλίες ή την επικοινωνία ανάμεσα στις κοιλίες ή ανάμεσα στους κόλπους, με αποτέλεσμα να αναμειγνύεται το οξυγονωμένο με το μη οξυγονωμένο αίμα. Πολλές από τις καρδιοπάθειες αυτές οφείλονται στον ιό της ερυθράς, από τον οποίον προσβλήθηκε η μητέρα του πάσχοντα τους πρώτους μήνες της εγκυμοσύνης της. Κάποιες από τις παραπάνω παθήσεις επιδέχονται χειρουργική επέμβαση. Στις επίκτητες καρδιοπάθειες ανήκουν οι περικαρδίτιδες, μυοκαρδίτιδες και ενδοκαρδίτιδες, που οφείλονται σε μόλυνση του περικαρδίου, μυοκαρδίου ή ενδοκαρδίου, αντίστοιχα, από μικρόβια και ιούς.*

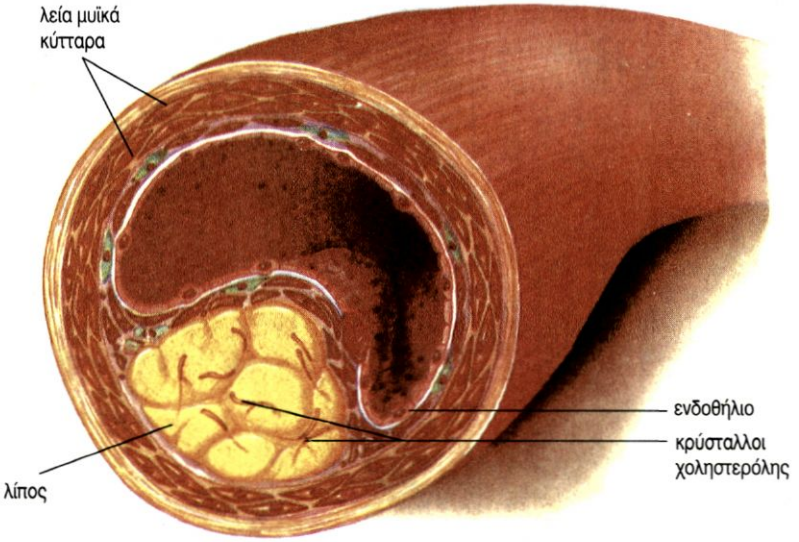
Πολλά προβλήματα της καρδιάς είναι αποτέλεσμα της κακής στεφανιαίας κυκλοφορίας. Η μειωμένη οξυγόνωση των κυττάρων του μυοκαρδίου προκαλεί την εξασθένησή τους με αποτέλεσμα την ***ισχαιμία του μυοκαρδίου****. Ένα πιο σοβαρό πρόβλημα είναι το* ***έμφραγμα του μυοκαρδίου****, κατά το οποίο έχουμε νέκρωση ενός τμήματος του καρδιακού μυός, λόγω διακοπής της αιμάτωσής του εξαιτίας ενός θρόμβου ή εμβόλου σε μία από τις στεφανιαίες αρτηρίες. Οι συνέπειες του εμφράγματος εξαρτώνται από το μέγεθος και τη θέση της προσβεβλημένης περιοχής.*

*Η **αρτηριοσκλήρυνση** οφείλεται στη συσσώρευση λιπιδίων, ιδίως χοληστερόλης, κάτω από το εσωτερικό τοίχωμα των αρτηριών. Ακολουθεί η εναπόθεση ασβεστίου, με αποτέλεσμα τη μειωμένη ελαστικότητα των αγγείων αυτών. Αν η αρτηριοσκλήρυνση προχωρήσει, εμφανίζονται στενώσεις των αρτηριών, οι οποίες παρεμποδίζουν τη διέλευση του αίματος, με αποτέλεσμα τις ισχαιμίες διάφορων οργάνων (μυοκαρδίου, εγκεφάλου, νεφρών κτλ.), και μπορεί να αποτελέσουν αίτιο δημιουργίας θρόμβου. Αν συμβεί πλήρης απόφραξη μιας αρτηρίας, (θρόμβωση εγκεφαλικής αρτηρίας ή έμφραγμα του μυοκαρδίου), αυτό συνήθως συνεπάγεται μόνιμη νέκρωση του ιστού που αιματώνεται από αυτήν.*

*Το **ανεύρυσμα** είναι η διόγκωση μιας λεπτής και εξασθενημένης περιοχής του τοιχώματος ενός αγγείου (αρτηρίας ή φλέβας), που μοιάζει με μπαλόνι. Αιτίες του ανευρύσματος είναι η αρτηριοσκλήρυνση, συγγενείς παθήσεις των αρτηριών κτλ.*

Τα τελευταία χρόνια οι καρδιαγγειακές παθήσεις έχουν πάρει τη μορφή επιδημίας στις δυτικές χώρες. Παράγοντες που ενοχοποιούνται για την πρόκληση καρδιοπαθειών είναι η παχυσαρκία, η υψηλή αρτηριακή πίεση, το κάπνισμα, η χοληστερίνη, ο σακχαρώδης διαβήτης, η ηλικία, το φύλο και η γενετική προδιάθεση.

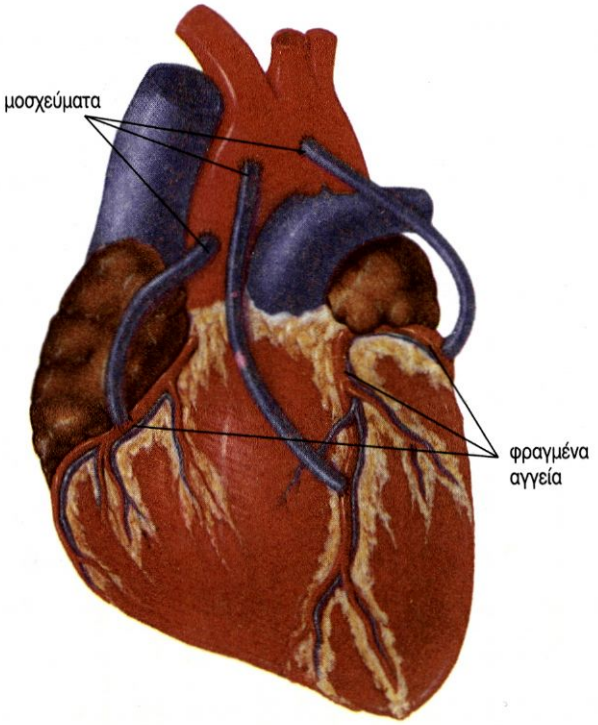
Άτομα στα οποία συνυπάρχουν κάποιοι απ' αυτούς τους παράγοντες έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να υποστούν καρδιακό επεισόδιο.



Αγγειοπλαστική - Bypass

Σήμερα για την απόφραξη των αρτηριών χρησιμοποιούνται κυρίως δύο τύποι χειρουργικών επεμβάσεων, η αγγειοπλαστική και το bypass. Στην πρώτη περίπτωση ο καρδιοχειρουργός τοποθετεί έναν πλαστικό σωλήνα μέσα σε ένα μεγάλο αρτηριακό αγγείο του χεριού ή του ποδιού και τον οδηγεί προς την καρδιά. Όταν ο σωλήνας πλησιάσει την περιοχή της στένωσης σε μία στεφανιαία αρτηρία, ένα μπαλονάκι που βρίσκεται προσκολλημένο στο άκρο του σωλήνα φουσκώνει, διευρύνοντας με τον τρόπο αυτό το αγγείο. Υπάρχουν διάφορες εναλλακτικές λύσεις της παραπάνω μεθόδου, όπως η τεχνική Laser κτλ.

Κάθε χρόνο χιλιάδες άτομα υποβάλλονται σε εγχειρήσεις bypass στις στεφανιαίες αρτηρίες. Κατά τη διάρκεια της επέμβασης αυτής λαμβάνεται τμήμα από ένα άλλο αιμοφόρο αγγείο του σώματος του ασθενούς και τοποθετείται το ένα άκρο του στην αορτή και το άλλο στη στεφανιαία αρτηρία, αμέσως μετά το φραγμένο σημείο.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

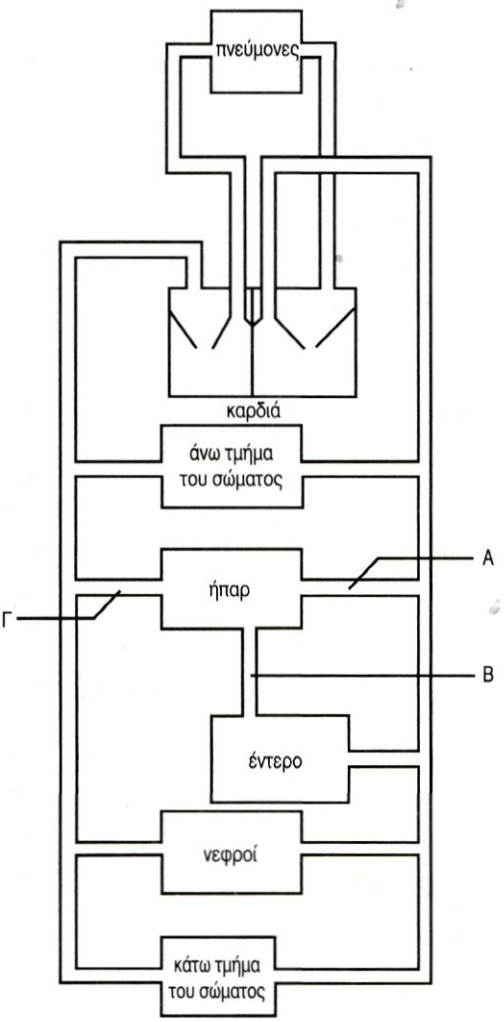
Με τη μεγάλη κυκλοφορία το οξυγονωμένο αίμα από την αριστερή κοιλία της καρδιάς πηγαίνει σε όλο το σώμα μέσω των αρτηριών. Στη συνέχεια μέσω των τριχοειδών οδηγείται στις φλέβες, οι οποίες το επαναφέρουν στο δεξιό κόλπο.

Με τη μικρή κυκλοφορία αίμα πλούσιο σε διοξείδιο του άνθρακα από τη δεξιά κοιλία, μέσω των πνευμονικών αρτηριών, πηγαίνει στους πνεύμονες και στη συνέχεια επιστρέφει, πλούσιο σε οξυγόνο, στον αριστερό κόλπο της καρδιάς, μέσω των πνευμονικών φλεβών.

Η στεφανιαία κυκλοφορία τροφοδοτεί την καρδιά.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Το διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζει την κυκλοφορία του αίματος.
   (α) Να ονομάσετε τα αγγεία με την ένδειξη Α και Γ.
   (β) Να καθορίσετε το είδος των αγγείων που συνδέουν μεταξύ τους τα αγγεία Α και Γ.
   (γ) Με ένα βέλος να δείξετε τη ροή του αίματος στο αγγείο με την ένδειξη Β.
   (δ) Ποιος είναι ο ρόλος της καρδιάς στην κυκλοφορία του αίματος;

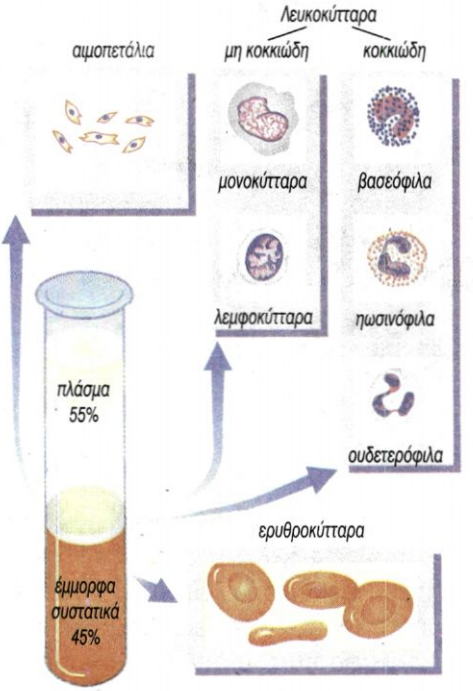


2. Να περιγράψετε την πορεία του αίματος από τη στιγμή που θα φτάσει στο δεξιό κόλπο της καρδιάς μέχρι την είσοδό του στην αριστερή κοιλία.

3. Σε τι διαφέρει η σύσταση του αίματος της πυλαίας φλέβας από αυτήν της ηπατικής φλέβας;

ΑΙΜΑ

Το αίμα με γυμνό μάτι φαίνεται να είναι ένα απλό υγρό. Στην πραγματικότητα όμως πρόκειται για έναν πολύ εξειδικευμένο ιστό, ο οποίος αποτελείται από πολλά είδη κυττάρων, τα οποία αιωρούνται σ' ένα υγρό, το πλάσμα. Τα κύτταρα του αίματος διακρίνονται σε τρεις ομάδες και είναι τα **ερυθρά αιμοσφαίρια** ή **ερυθροκύτταρα,** τα **λευκά αιμοσφαίρια** ή **λευκοκύτταρα** και τα **αιμοπετάλια.** Όλα αυτά τα κύτταρα αποτελούν τα **έμμορφα συστατικά** του αίματος, καταλαμβάνουν περίπου το 45% του όγκου του και παράγονται στον ερυθρό μυελό των οστών (εικ. 3.15). Το **πλάσμα** αποτελείται από νερό (90% του όγκου του), μέσα στο οποίο είναι διαλυμένα ανόργανα άλατα, ορμόνες, πρωτεΐνες, θρεπτικές ουσίες κ.ά. Στον ενήλικα υπάρχουν κατά μέσο όρο 5,5 λίτρα αίματος.

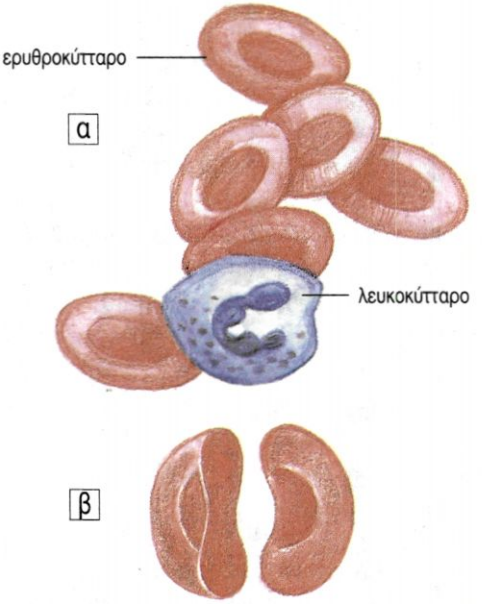


εικ. 3.15 *Σύσταση του αίματος*

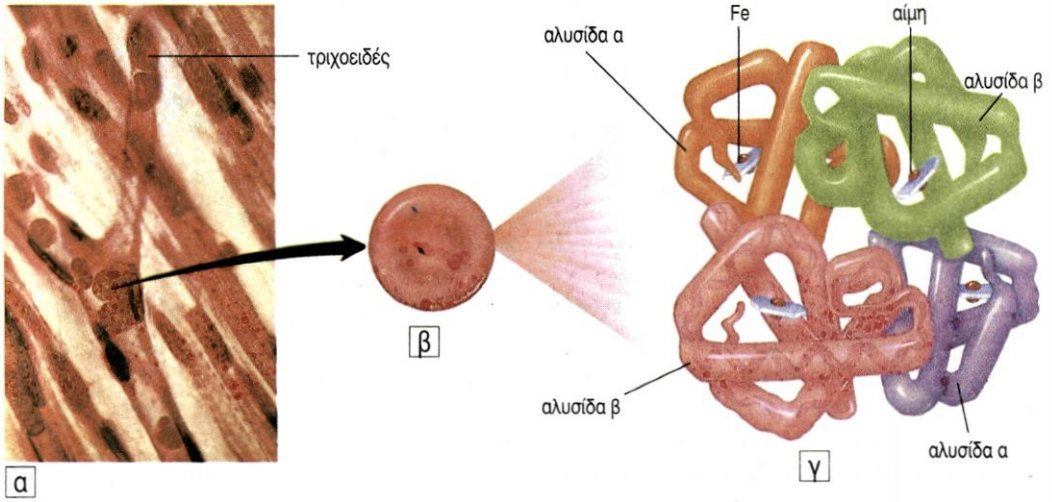
Ερυθρά αιμοσφαίρια

Τα ερυθρά αιμοσφαίρια είναι πολυπληθή. Μία σταγόνα αίματος περιέχει εκατομμύρια ερυθροκυττάρων. Ο ρόλος τους είναι η μεταφορά οξυγόνου στους ιστούς και η απομάκρυνση από αυτούς του διοξειδίου του άνθρακα.

Τα ώριμα ερυθρά αιμοσφαίρια έχουν χαρακτηριστικό σχήμα αμφίκοιλου δίσκου (εικ.3.16) και είναι παχύτερα στην περιφέρεια απ' ό,τι στο κέντρο. Το σχήμα τους αυτό οφείλεται στην απουσία πυρήνα. Το κυτταρόπλασμά τους περιέχει κυρίως **αιμοσφαιρίνη**, η οποία τους δίδει το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα. Η αιμοσφαιρίνη είναι μία εξειδικευμένη πρωτεΐνη, υπεύθυνη για τη μεταφορά του οξυγόνου. Η αιμοσφαιρίνη Α, που είναι ο κύριος τύπος αιμοσφαιρίνης στους ενήλικες, αποτελείται από δύο ζευγάρια πολυπεπτιδικών αλυσίδων, της αλυσίδας α και της αλυσίδας β ($\alpha_2\beta_2$), και από 4 ομάδες αίμης, οι οποίες πε-



εικ. 3.16 *α) κύτταρα του αίματος β) τομή ερυθροκυττάρου*



εικ. 3.17 Φυσιολογία των ερυθροκυττάρων α) αιμοφόρα τριχοειδή β) ερυθροκύτταρο γ) μόριο αιμοσφαιρίνης

ριέχουν σίδηρο. Κάθε ομάδα αίμης συνδέεται με μία πολυπεπτιδική αλυσίδα (εικ.3.17).

Τα ερυθροκύτταρα ζουν περίπου τέσσερις μήνες και στη συνέχεια εγκαταλείπουν την κυκλοφορία του αίματος και συγκεντρώνονται στο ήπαρ και στη σπλήνα, όπου καταστρέφονται . Για να διατηρείται όμως ο αριθμός τους στο αίμα σταθερός, παράγονται συγχρόνως άλλα από τον ερυθρό μυελό των οστών. Σε ορισμένες περιπτώσεις τα ερυθροκύτταρα παράγονται με γρηγορότερο ρυθμό με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο αριθμός τους στο αίμα. Αυτό συμβαίνει, για παράδειγμα, στους ανθρώπους που ζουν σε μεγάλο υψόμετρο, όπου δεν υπάρχει αρκετό οξυγόνο στην ατμόσφαιρα. Τα επιπλέον ερυθροκύτταρα τους βοηθούν να προσλαμβάνουν οξυγόνο, που είναι απαραίτητο για τις ανάγκες των ιστών τους.

Γνωρίζετε ότι:

Κάθε δευτερόλεπτο στον οργανισμό παράγονται 3.000.000 ερυθροκύτταρα και καταστρέφονται άλλα τόσα.

Μεταφορά οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα

Όταν τα ερυθροκύτταρα φτάσουν στους πνεύμονες με την κυκλοφορία, προσλαμβάνουν οξυγόνο. Πώς όμως η αιμοσφαιρίνη συμμετέχει σ' αυτή τη διαδικασία; Το άτομο σιδήρου που υπάρχει σε κάθε μόριο αίμης δεσμεύει ένα μόριο οξυγόνου. Στην κατάσταση αυτή η αιμοσφαιρίνη ονομάζεται **οξυαιμοσφαιρίνη**. Το οξυγόνο μεταφέρεται έτσι μέχρι τα τριχοειδή, όπου αποδεσμεύεται από την αιμοσφαιρίνη και διαχέεται προς τα κύτταρα. Αφού απελευθερωθεί το οξυγόνο, δεσμεύεται από την αιμοσφαιρίνη ένα μέρος από το διοξείδιο του άνθρακα που έχει παραχθεί με το μεταβολισμό των κυττάρων. Το υπόλοιπο διαλύεται στο πλάσμα με τη μορφή όξινων ανθρακικών ανιόντων (HCO_3^-). Στη συνέχεια το δεσμευμένο διοξείδιο του άνθρακα και το διαλυμένο στο πλάσμα, μεταφέρονται στους πνεύμονες, όπου αποβάλλονται ως CO_2.

Η οξυαιμοσφαιρίνη προσδίδει στο αίμα λαμπερό κόκκινο χρώμα, ενώ η αιμοσφαιρίνη που έχει δεσμεύσει διοξείδιο του άνθρακα, σκούρο κόκκινο .

Λευκά αιμοσφαίρια

Τα λευκοκύτταρα είναι εμπύρηνα, έχουν σημαντικό ρόλο στην άμυνα του οργανισμού και είναι πολύ λιγότερα από τα ερυθροκύτταρα. Παράγονται στον ερυθρό μυελό των οστών και διακρίνονται σε δύο ομάδες (εικ.3.15):

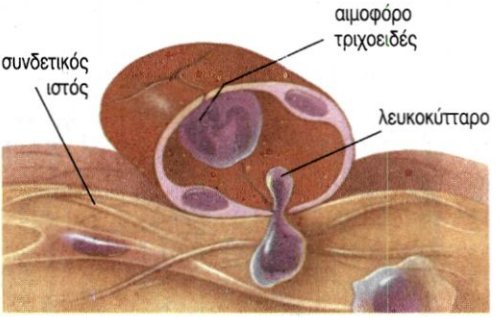
(1) Στα κοκκιώδη, που περιέχουν κοκκία στο κυτταρόπλασμά τους και περιλαμβάνουν τα **βασεόφιλα, ηωσινόφιλα** και **ουδετερόφιλα** ή **πολυμορφοπύρηνα**.

(2) Στα μη κοκκιώδη, τα οποία μετά την παραγωγή τους μεταναστεύουν σε άλλα όργανα όπως οι λεμφαδένες και η σπλήνα και περιλαμβάνουν τα **λεμφοκύτταρα** και τα μεγάλα **μονοκύτταρα**, τα οποία διαφοροποιούνται σε **μακροφάγα**.

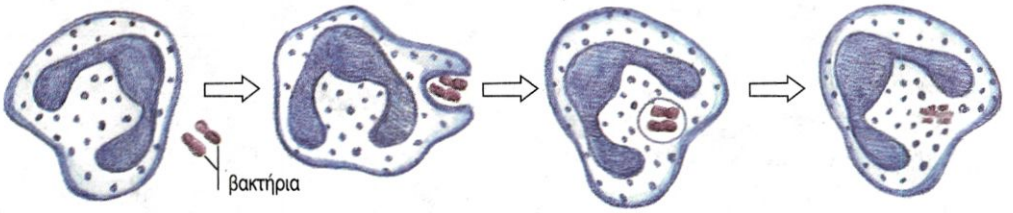
Τα ουδετερόφιλα και τα μονοκύτταρα, με την ικανότητα που έχουν να διαπερνούν τα τοιχώματα των τριχοειδών αγγείων (διαπίδυση), κατευθύνονται στο σημείο όπου υπάρχει μόλυνση (εικ.3.18). Εκεί απομονώνουν το μολυσματικό παράγοντα, τον καταστρέφουν και στη συνέχεια εξουδετερώνουν τις τοξικές ουσίες που πιθανόν αυτός έχει απελευθερώσει (εικ.3.19).

Μία ομάδα λεμφοκυττάρων, τα Β-λεμφοκύτταρα, είναι υπεύθυνα για την παραγωγή των αντισωμάτων.

Τα λευκοκύτταρα ζουν από λίγες ημέρες μέχρι λίγες εβδομάδες και φυσιολογικά ο αριθμός τους κυμαίνεται από 5.000-10.000 ανά mm^3 αίματος. Σε περιπτώσεις μολύνσεων ο αριθμός των λευκοκυττάρων αυξάνεται σημαντικά.



εικ. 3.18 Τα λευκοκύτταρα έχουν την ικανότητα να διαπερνούν τα τοιχώματα των τριχοειδών αγγείων (διαπίδυση).



εικ. 3.19 Φαγοκυττάρωση

Γνωρίζετε ότι:

Στις **λευχαιμίες** (είδος καρκίνου του αίματος) παρατηρείται υπερβολική αύξηση του αριθμού των λευκοκυττάρων (πάνω από 100.000 ανά mm^3). Στις περιπτώσεις αυτές επειδή ένας μεγάλος αριθμός ανώριμων λευκοκυττάρων συσσωρεύεται στον ερυθρό μυελό των οστών παρεμποδίζεται η παραγωγή ερυθροκυττάρων και αιμοπεταλίων. Για ορισμένες μορφές λευχαιμίας ενοχοποιείται ένας ιός, ο HTLV-1. Υπάρχουν διαφορετικά είδη λευχαιμιών λιγότερο ή περισσότερο σοβαρά. Ορισμένα είδη, όπως η οξεία λευχαιμία των παιδιών, μπορούν να αντιμετωπιστούν με αρκετή επιτυχία με φαρμακευτική αγωγή.

Στην περίπτωση που ο αριθμός των λευκοκυττάρων πέσει κάτω από 5.000 ανά mm^3 αίματος έχουμε τη **λευκοπενία.**

Αιμοπετάλια

Τα αιμοπετάλια είναι θραύσματα κυττάρων με διάμετρο 2-4 μm. Παράγονται στον ερυθρό μυελό των οστών και ζουν 5-9 ημέρες, ο δε αριθμός τους κυμαίνεται από 250.000 έως 400.000 ανά mm^3 αίματος. Έχουν σχήμα ακανόνιστο, στερούνται πυρήνα και είναι άχρωμα (εικ.3.15). Τα αιμοπετάλια παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της πήξης του αίματος .

Πλάσμα

Είναι το υγρό μέρος του αίματος. Αποτελείται κυρίως από νερό μέσα στο οποίο βρίσκονται διαλυμένες διάφορες ουσίες. Σ' αυτές περιλαμβάνονται ανόργανα άλατα, θρεπτικές ουσίες όπως γλυκόζη, ορμόνες, πρωτεΐνες, και ουσίες που πρέπει να αποβληθούν όπως ουρία.

Είναι πολύ σημαντικό το πλάσμα να περιέχει τη σωστή ποσότητα νερού, αλάτων και άλλων ουσιών.

Οι πρωτεΐνες του πλάσματος διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες με εξειδικευμένη λειτουργία:

Αλβουμίνες: Είναι πρωτεΐνες που καθιστούν το αίμα κολλώδες και θολό και συμβάλλουν στη διατήρηση σταθερής ωσμωτικής πίεσης στο αίμα.

Σφαιρίνες: Οι πρωτεΐνες αυτές του πλάσματος παράγονται στο ήπαρ και προορίζονται κυρίως για την καταστροφή των μικροοργανισμών και τη μεταφορά ουσιών, έχουν ενζυμική δράση, ορισμένες από αυτές συμμετέχουν και στη διαδικασία πήξης του αίματος.

Ινωδογόνο : Πρωτεΐνη που έχει σημαντικό ρόλο στη διαδικασία πήξης του αίματος.

Αν από το πλάσμα αφαιρεθεί το ινωδογόνο, το υγρό που παραμένει ονομάζεται **ορός**.

Συμπλήρωμα : Το συμπλήρωμα είναι στην πραγματικότητα μία ομάδα 20 πρωτεϊνών που συμμετέχουν στη διαδικασία αντιμετώπισης των παθογόνων μικροοργανισμών, καταστρέφοντάς τους με διάφορους τρόπους.

Στον πίνακα 3.1 αναφέρονται περιληπτικά όλα τα υγρά του σώματος που σχετίζονται με το αίμα

Πίνακας 3.1: Σύσταση των σωματικών υγρών

ΣΩΜΑΤΙΚΑ ΥΓΡΑ	ΣΥΣΤΑΣΗ
Πλάσμα	Το υγρό μέρος του αίματος
Ορός	Το πλάσμα χωρίς το ινωδογόνο
Υγρό των ιστών	Το πλάσμα χωρίς τις πρωτεΐνες
Λέμφος	Το υγρό των ιστών μέσα στα λεμφαγγεία

Λειτουργίες του αίματος

Τρεις είναι οι σημαντικές λειτουργίες του αίματος και αφορούν τη μεταφορά, την προστασία και τη ρύθμιση.

- Μεταφέρει το οξυγόνο από τους πνεύμονες στους ιστούς και το διοξείδιο του άνθρακα από τους ιστούς στους πνεύμονες, θρεπτικά συστατικά από το λεπτό έντερο σε όλο το σώμα και ουσίες που πρέπει ν' απομακρυνθούν στους νεφρούς. Στο αίμα κυκλοφορούν επίσης ορμόνες και αντισώματα.
- Με τη διαδικασία της πήξης του αίματος εμποδίζεται η απώλεια υγρών κατά τη διάρκεια μικροτραυματισμών και παρεμποδίζεται η είσοδος μικροοργανισμών.

• Συμβάλλει στον έλεγχο της ποσότητας νερού και διάφορων χημικών συστατικών στους ιστούς, καθώς και στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος.

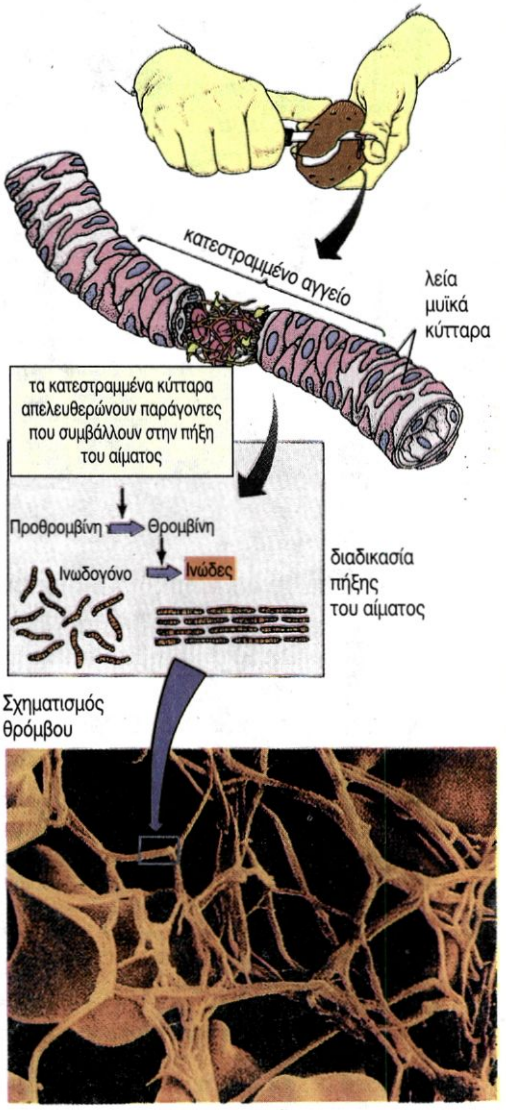
Πήξη του αίματος

Σε ένα μικρό τραυματισμό το αίμα σύντομα πήζει και η αιμορραγία σταματά. Η πήξη του αίματος είναι πολύ σημαντική διαδικασία διότι εμποδίζει τη μεγάλη απώλεια αίματος, την εισβολή των μικροοργανισμών και είναι το πρώτο βήμα για την επούλωση ενός τραύματος.

Η καταστροφή ενός ιστού ακολουθείται από μια σειρά αντιδράσεων, στο τέλος της οποίας το **ινωδογόνο** μετατρέπεται με τη βοήθεια της **θρομβίνης** (ένζυμο) σ' ένα μη διαλυτό πρωτεϊνικό πλέγμα, το **ινώδες**. Το ινώδες δημιουργεί ένα μικροσκοπικό δίκτυο, του οποίου οι ίνες εγκλωβίζουν τα ερυθρά αιμοσφαίρια. Έτσι σχηματίζεται ένας θρόμβος, που σταματά τη ροή του αίματος. Για το σχηματισμό της θρομβίνης είναι απαραίτητοι πολλοί παράγοντες όπως το ασβέστιο, η βιταμίνη Κ και τα **αιμοπετάλια**. Η διαδικασία πήξης του αίματος είναι μια σύνθετη πορεία, κατά την οποία ο ένας παράγοντας ενεργοποιεί τον άλλον (εικ.3.20).

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο καπνός του τσιγάρου περιέχει δύο τουλάχιστον ουσίες οι οποίες παρεμποδίζουν το σχηματισμό του ινώδους.

Ορισμένοι άνθρωποι γεννιούνται χωρίς να διαθέτουν κάποιον από τους παράγοντες πήξης του αίματος, με αποτέλεσμα η διαδικασία της πήξης να καθυστερεί σημαντικά, γεγονός που έχει ως συνέπεια τη μεγάλη απώλεια αίματος σε περιπτώσεις τραυματισμού. Η ασθένεια αυτή ονομάζεται **αιμορροφιλία** ή **αιμοφιλία** και είναι κληρονομική.



εικ. 3.20 Στάδια πήξης του αίματος

Γιατί το αίμα πρέπει να διατηρείται υγρό

Το αίμα περιέχει αντιπηκτικές ή αντιθρομβωτικές ουσίες, που εμποδίζουν την πήξη του και το διατηρούν υγρό. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όμως, η μη ομαλή εσωτερική επιφάνεια των αιμοφόρων αγγείων, που μπορεί να είναι αποτέλεσμα αρτηριοσκλήρυνσης, τραυματισμού ή μόλυνσης, ενδέχεται να προκαλέσει το σχηματισμό ***θρόμβου****. Αν ο θρόμβος αυτός (έμβολο) παρασυρθεί με την κυκλοφορία, μπορεί να αποφράξει κάποιο αγγείο. Εάν αποφράξει ένα αγγείο των πνευμόνων, μπορεί να προκαλέσει* ***πνευμονική εμβολή****. Αν πάλι ο θρόμβος αποφράξει ένα αγγείο που εξυπηρετεί τη στεφανιαία κυκλοφορία, μπορεί να προκληθεί* ***καρδιακό επεισόδιο****. Θρόμβος μπορεί να σχηματιστεί και σε αγγεία του εγκεφάλου και να προκαλέσει* ***συμφόρηση*** *ή* ***εγκεφαλικό επεισόδιο.***

Ομάδες αίματος

Σύστημα ΑΒΟ

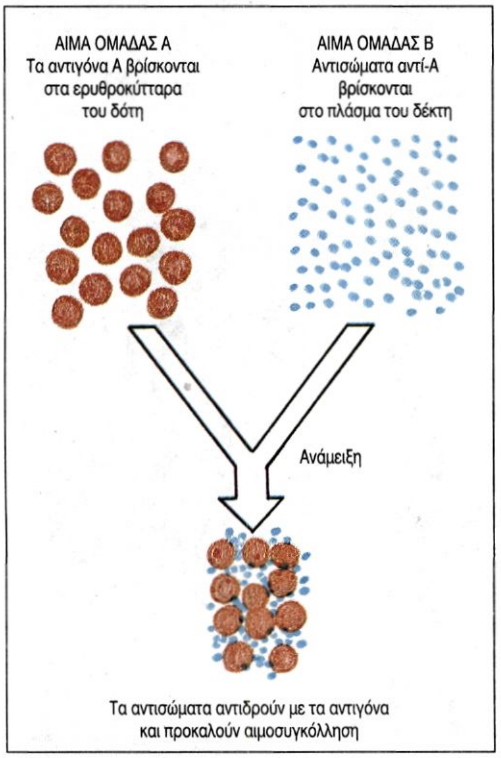
Οι ομάδες αίματος καθορίζονται από την παρουσία ή μη ειδικών αντιγόνων στην επιφάνεια των ερυθροκυττάρων. Με βάση τα αντιγόνα αυτά, έχουν προσδιοριστεί τέσσερις ομάδες αίματος, οι **Α, Β, ΑΒ, Ο** (σύστημα ΑΒΟ). Ένα άτομο ανήκει στην ομάδα Α, όταν στην επιφάνεια των ερυθροκυττάρων του υπάρχει το αντιγόνο Α, ανήκει στην ομάδα Β, όταν υπάρχει το αντιγόνο Β, στην ομάδα ΑΒ, όταν υπάρχουν και τα δύο αντιγόνα και στην ομάδα Ο, όταν δεν υπάρχει κανένα. Τα αντιγόνα αυτά ονομάζονται **συγκολλητινογόνα**.

Στο πλάσμα των ατόμων με ομάδα αίματος Α κυκλοφορούν αντισώματα έναντι του αντιγόνου Β, τα αντί-Β, στο πλάσμα των ατόμων με ομάδα Β αντισώματα, έναντι του αντιγόνου Α, τα αντί-Α, στο πλάσμα των ατόμων με ομάδα ΑΒ κανένα, και των ατόμων με ομάδα Ο και τα δύο είδη αντισωμάτων (αντί-Α και αντί-Β) (πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2: Σύστημα ΑΒΟ

Ομάδα αίματος	Αντιγόνο ερυθροκυττάρων	Αντίσωμα πλάσματος
Α	Α	Αντί-Β
Β	Β	Αντί-Α
ΑΒ	Α, Β	Κανένα
Ο	Κανένα	Αντί-Α, Αντί-Β

Τα αντισώματα αυτά ονομάζονται **συγκολλητίνες**. Η παρουσία αντιγόνου συγχρόνως με το αντίστοιχο αντίσωμα, που θα μπορούσε να συμβεί κατά τη διάρκεια μη επιτρεπτών μεταγγίσεων, έχει ως αποτέλεσμα την αντίδραση αντιγόνου - αντισώματος, γεγονός, που προκαλεί συγκόλληση των ερυθροκυττάρων (εικ.3.21). Η κυκλοφορία του αίματος στην περίπτωση αυτή σταματά και ακολουθεί αιμόλυση, που συνεπάγεται το θάνατο του ατόμου. Για να μη συμβεί αιμοσυγκόλληση, πρέπει κατά τις μεταγγίσεις να δίνεται προσοχή, ώστε το αίμα του δότη να μην περιέχει συγκολλητινογόνα αντίστοιχα με τις συγκολλητίνες του δέκτη. Σήμερα δεν εξετάζεται μόνον η ομάδα αίματος αλλά και κατά πόσον το αίμα του δότη είναι απαλλαγμένο μολυσματικών παραγόντων όπως οι ιοί που προκαλούν το AIDS και την ηπατίτιδα.



εικ. 3.21 Αιμοσυγκόλληση

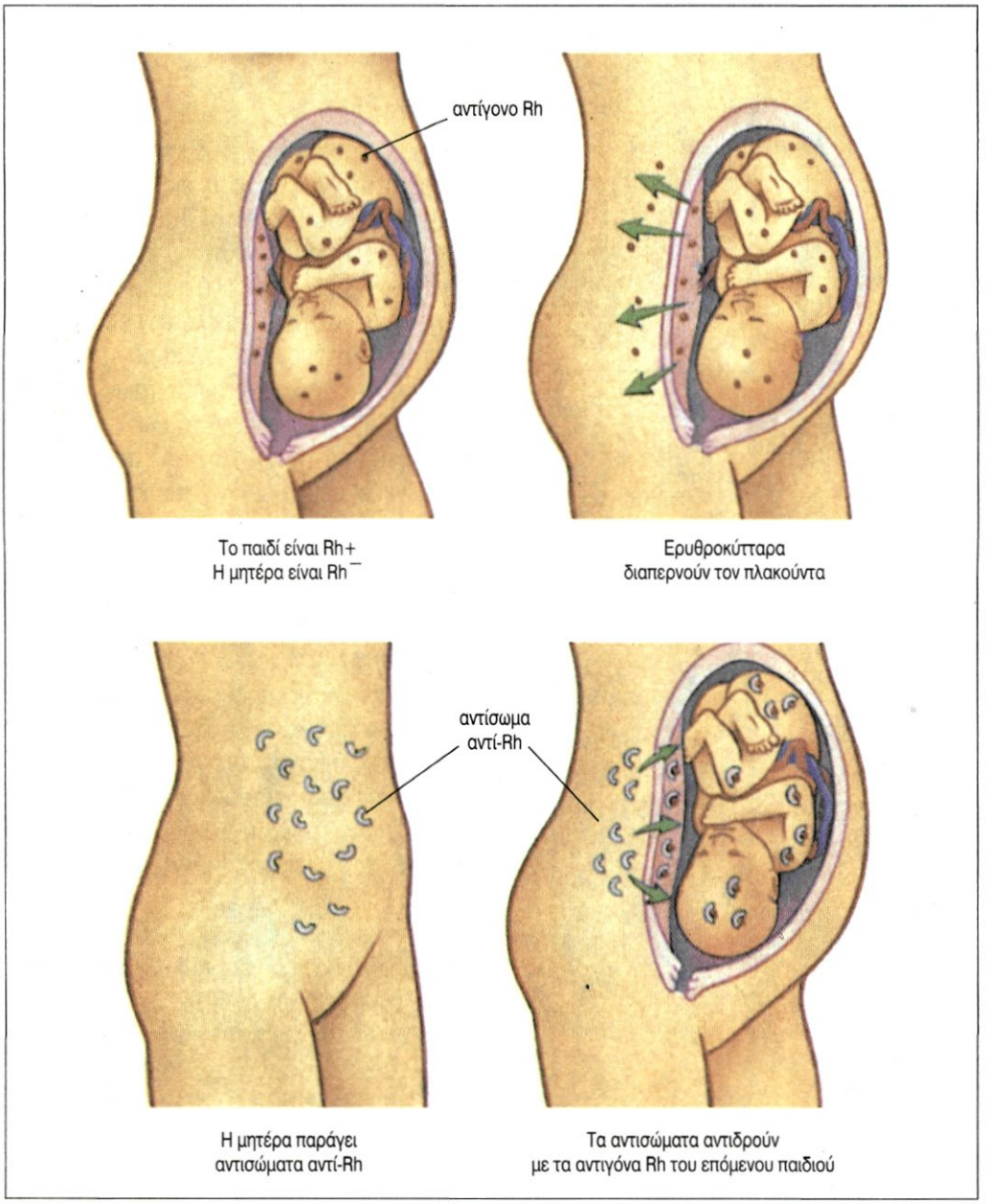
Οι ομάδες αίματος καθορίζονται από τρία αλληλόμορφα γονίδια. Απ' αυτά το I^0, που είναι υπεύθυνο για την ομάδα Ο είναι υπολειπόμενο. Τα I^A και I^B που είναι υπεύθυνα για τη σύνθεση των αντιγόνων Α και Β αντίστοιχα, είναι ισοεπικρατή μεταξύ τους και επικρατή έναντι του γονιδίου I^0.

Σύστημα Rhesus

Για το χαρακτηρισμό και την ταξινόμηση του αίματος ενός ατόμου, εκτός από το σύστημα ΑΒΟ, λαμβάνεται υπόψη και ο παράγοντας Rhesus (Rh). Ο παράγοντας Rhesus είναι μία πρωτεΐνη που μπορεί να υπάρχει ή όχι στην επιφάνεια των ερυθροκυττάρων ενός ατόμου. Τα άτομα που έχουν αυτή την πρωτεΐνη χαρακτηρίζονται ως Rhesus θετικά **(Rh^+)**, ενώ εκείνα που δεν την έχουν ως Rhesus αρνητικά **(Rh^-).** Αν αυτή η πρωτεΐνη ενεθεί σε άτομο Rh^-, προκαλεί την παραγωγή αντισωμάτων αντι-Rh.

Ο παράγοντας Rh μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στην περίπτωση που η μητέρα είναι Rh^- και ο σύζυγός της Rh^+. Στην περίπτωση αυτή το παιδί που θα γεννηθεί μπορεί να κληρονομήσει τον παράγοντα Rh από τον πατέρα και να γίνει Rh^+. Η μητέρα έχει αρκετές πιθανότητες να αναπτύξει αντισώματα έναντι του παράγοντα Rh, αν κατά τη διάρκεια του τοκετού ή λίγο πριν σπάσει ο πλακούντας, οπότε τα κύτταρα του ανοσοποιητικού μηχανισμού της μητέρας έρχονται σε επαφή με τα ερυθρά αιμοσφαίρια του παιδιού. Αρχίζει τότε η διαδικασία παραγωγής αντισωμάτων αντί-Rh. Τα αντισώματα αυτά δε θα επηρεάσουν το παιδί το οποίο γεννιέται. Σε επόμενη όμως εγκυμοσύνη, αφού η μητέρα είναι ήδη ευαισθητοποιημένη (έχει αντισώματα έναντι του παράγοντα Rh), αν το έμβρυο είναι πάλι Rh^+, θα πεθάνει, γιατί τα ερυθροκύτταρά του θα καταστραφούν από τα αντισώματα της μητέρας που διοχε-

τεύονται μέσω του πλακούντα στην κυκλοφορία του εμβρύου (εικ.3.22). Αυτό προλαμβάνεται, αν αμέσως μετά τον πρώτο τοκετό χορηγηθούν στη μητέρα αντί-Rh αντισώματα, τα οποία θα εξουδετερώσουν τα αντιγόνα Rh. Με αυτόν τον τρόπο δε θα ευαισθητοποιηθεί η μητέρα για την παραγωγή αντί-Rh αντισωμάτων.



εικ. 3.22 Ανάπτυξη αιμολυτικής νόσου στο έμβρυο

Αναιμίες

Όταν υπάρχει μειωμένος αριθμός ερυθροκυττάρων ή όταν τα ερυθροκύτταρα δεν έχουν αρκετή αιμοσφαιρίνη, τότε το άτομο πάσχει από **αναιμία** και παρουσιάζει αίσθημα κούρασης και ατονίας.

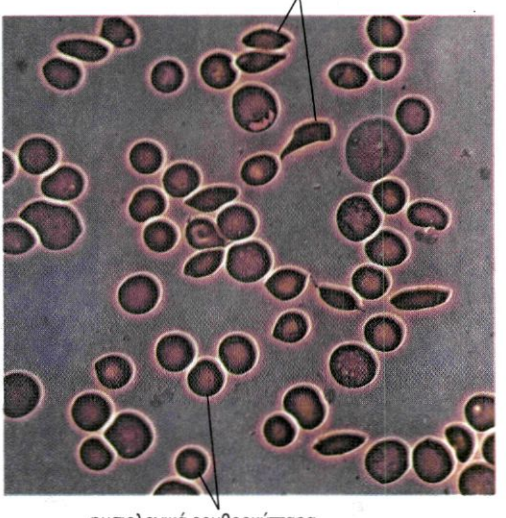
Τα μειωμένα επίπεδα αιμοσφαιρίνης μπορεί να οφείλονται σε ανεπάρκεια σιδήρου (σιδηροπενία) λόγω κακής διατροφής του ατόμου. Εάν συμπεριληφθούν στο διαιτολόγιο του ορισμένες τροφές πλούσιες σε σίδηρο όπως συκώτι, σταφίδες, δημητριακά, μπορούν να θεραπεύσουν το είδος αυτό της αναιμίας.

Ένα άλλο είδος αναιμίας οφείλεται στην αδυναμία του οργανισμού να απορροφήσει τη βιταμίνη B_{12} από το έντερο. Η βιταμίνη αυτή είναι απαραίτητη για την ωρίμανση των ερυθροκυττάρων και σε περίπτωση έλλειψής της έχουμε συσσώρευση ανώριμων ερυθροκυττάρων στο μυελό των οστών. Μία δίαιτα πλούσια σε ψάρια, αβγά, γαλακτοκομικά και πουλερικά, καθώς και χορήγηση βιταμίνης B_{12} συμβάλλει στην αντιμετώπιση της αναιμίας αυτής.

Άλλη μορφή αναιμίας είναι η αιμολυτική, που χαρακτηρίζεται από αυξημένο ρυθμό καταστροφής ερυθροκυττάρων (αιμόλυση). Μπορεί να οφείλεται σε κληρονομικούς παράγοντες, σε τοξίνες, παράσιτα ή σε μετάγγιση μη συμβατού αίματος.

Η **δρεπανοκυτταρική αναιμία** είναι μία κληρονομική ασθένεια που χαρακτηρίζεται από την παραγωγή μη φυσιολογικής αιμοσφαιρίνης, με αποτέλεσμα τα ερυθροκύτταρα να εμφανίζουν χαρακτηριστικό δρεπανοειδές σχήμα (εικ.3.23). Τα ερυθροκύτταρα αυτά, λόγω του σχήματός τους, προκαλούν συχνά απόφραξη των αγγείων.

Η **μεσογειακή αναιμία** είναι μία κληρονομική ασθένεια που εμφανίζεται με μεγάλη συχνότητα στη χώρα μας. Οφείλεται σε μειωμένη παραγωγή της β αλυσίδας της αιμοσφαιρίνης. Θεραπεία δεν υπάρχει και αντιμετωπίζεται με μεταγγίσεις σε τακτά χρονικά διαστήματα.



εικ. 3.23 Ερυθροκύτταρο ατόμου με δρεπανοκυτταρική αναιμία

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι λειτουργίες του αίματος περιλαμβάνουν μεταφορά θρεπτικών ή άχρηστων ουσιών, ρύθμιση της θερμοκρασίας και άμυνα έναντι των μολύνσεων.

Τα ερυθροκύτταρα μεταφέρουν στους ιστούς το οξυγόνο, και σ' αυτό συμβάλλει η απουσία πυρήνα, το αμφίκοιλο σχήμα τους, η ελαστική και εκλεκτικά διαπερατή μεμβράνη τους και το κυτταρόπλασμα, που είναι πλούσιο σε αιμοσφαιρίνη.

Τα λευκοκύτταρα έχουν ρόλο αμυντικό ο οποίος εκδηλώνεται είτε με τη φαγοκυττάρωση μικροοργανισμών είτε με την παραγωγή αντισωμάτων.

Τα αιμοπετάλια συμμετέχουν στη διαδικασία πήξης του αίματος, που έχει ως αποτέλεσμα την προστασία του οργανισμού από την απώλεια αίματος και την είσοδο μικροοργανισμών.

Υπάρχουν τέσσερις ομάδες αίματος σύμφωνα με το σύστημα ΑΒΟ οι: Α, Β, ΑΒ και Ο. Ο καθορισμός των ομάδων αυτών, καθώς και του παράγοντα Rhesus είναι πολύ σημαντικός κυρίως για τις μεταγγίσεις.

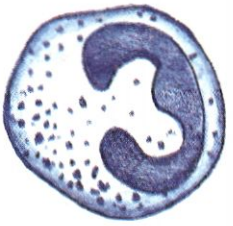
Προβλήματα στη λειτουργία του αίματος εμφανίζονται, όταν έχουμε μειωμένο αριθμό ερυθροκυττάρων ή μειωμένη ποσότητα αιμοσφαιρίνης (αναιμία).

Η μεσογειακή και η δρεπανοκυτταρική αναιμία είναι κληρονομικές παθήσεις του αίματος, που οφείλονται σε παραγωγή μειωμένης ή μη φυσιολογικής αιμοσφαιρίνης αντίστοιχα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να επισημάνετε δύο δομικές και δύο λειτουργικές διαφορές μεταξύ ερυθροκυττάρων και λευκοκυττάρων.

ερυθροκύτταρο



λευκοκύτταρο

2. Να συμπληρώστε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:

- Το υγρό μέρος του αίματος ονομάζεται .....
- Τα ερυθρά αιμοσφαίρια μεταφέρουν ..... και τα λευκά συμβάλλουν στην ..... του οργανισμού.
- Η αιμοσφαιρίνη που μεταφέρει οξυγόνο ονομάζεται .....

3. Να αναφέρετε τις κυριότερες ομάδες των λευκοκυττάρων.

4. Εγκαταλείπουν ποτέ τα λευκοκύτταρα το κυκλοφορικό σύστημα;

5. Να αναφέρετε τις κυριότερες πρωτεΐνες του πλάσματος και μία τουλάχιστον λειτουργία για καθεμία από αυτές.

6. Να περιγράψετε τη διαδικασία πήξης του αίματος.

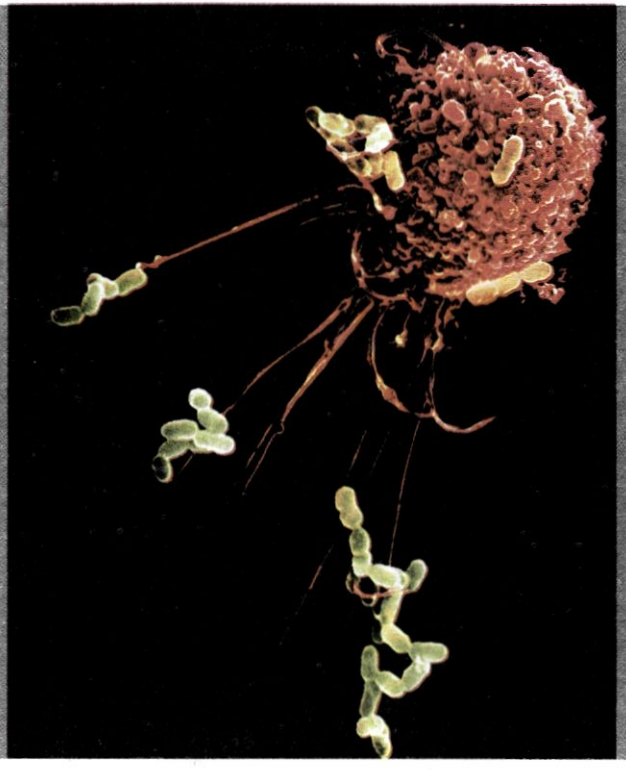
7. Να αναφέρετε τα αντιγόνα και τα αντισώματα που υπάρχουν στις ομάδες αίματος: Α, Β, ΑΒ και Ο.

8. Να αναφέρετε περιληπτικά τις λειτουργίες του αίματος.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

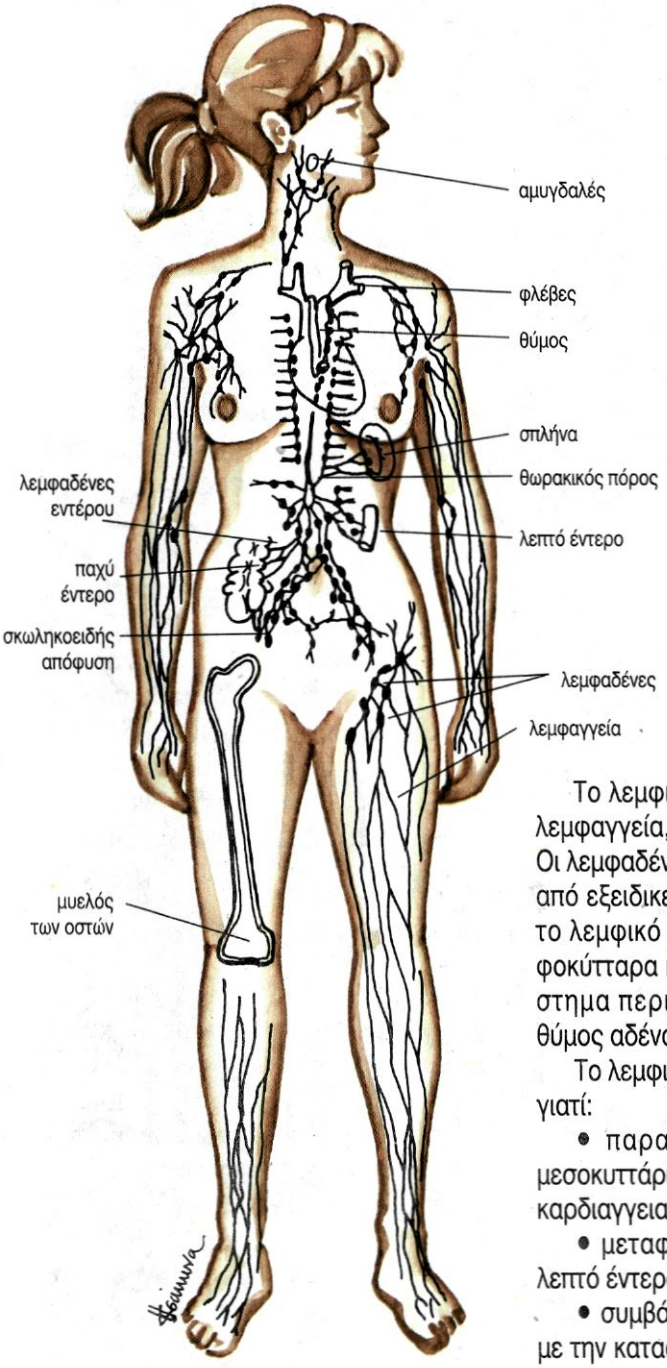
1. Θέμα για συζήτηση: Τρόπος ζωής και καρδιαγγειακά νοσήματα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4



Μακροφάγο «σε δράση» (φωτογραφία από μικροσκόπιο σάρωσης, χρωματικά επεξεργασμένη)

4. ΛΕΜΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



εικ. 4.1 Λεμφικό σύστημα του ανθρώπου

Το λεμφικό σύστημα αποτελείται από τα λεμφαγγεία, τη λέμφο και τους λεμφαδένες. Οι λεμφαδένες είναι δομές που αποτελούνται από εξειδικευμένη μορφή συνδετικού ιστού, το λεμφικό ιστό, και περιέχουν πολλά λεμφοκύτταρα και μακροφάγα. Στο λεμφικό σύστημα περιλαμβάνονται ο σπλήνας και ο θύμος αδένας (εικ.4.1).

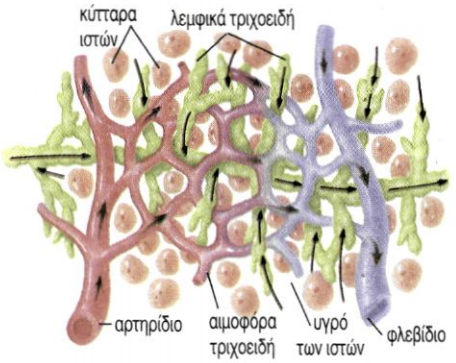
Το λεμφικό σύστημα είναι πολύ σημαντικό γιατί:

- παραλαμβάνει το πλεόνασμα του μεσοκυττάριου υγρού και το επαναφέρει στο καρδιαγγειακό σύστημα.
- μεταφέρει τις λιπαρές ουσίες από το λεπτό έντερο στο αίμα.
- συμβάλλει στην άμυνα του οργανισμού με την καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών και καρκινικών κυττάρων.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΛΕΜΦΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Λεμφαγγεία

Τα θρεπτικά συστατικά και το οξυγόνο που μεταφέρει το αίμα φτάνουν στο μεσοκυττάριο χώρο διαπερνώντας τα τοιχώματα των τριχοειδών μαζί με μια ποσότητα πλάσματος. Αυτό το υγρό, που ονομάζεται υγρό των ιστών, στην ουσία αποτελεί τη **λέμφο**, ονομάζεται όμως έτσι από τη στιγμή που θα εγκαταλείψει τους μεσοκυττάριους χώρους και θα περάσει στα **λεμφαγγεία** (εικ.4.2). Η λέμφος έχει ουσιαστικά την ίδια χημική σύσταση με το πλάσμα του αίματος, με μόνη διαφορά τη μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, οι περισσότερες των οποίων δεν μπορούν να διαπεράσουν τα τοιχώματα των τριχοειδών. Με τη λέμφο απομακρύνονται από τους ιστούς άχρηστες ουσίες, για να διοχετευτούν τελικά στο αίμα.



εικ. 4.2 Λεμφαγγεία

Από τα λεπτά τριχοειδή λεμφικά αγγεία η λέμφος περνά σε όλο και μεγαλύτερα, τα **κυρίως λεμφικά αγγεία**, τα οποία διέρχονται από τους λεμφαδένες. Καθώς η λέμφος περνά από τους λεμφαδένες, απαλλάσσεται από τα μικρόβια και τις τοξικές ουσίες και εμπλουτίζεται με λεμφοκύτταρα και αντισώματα.

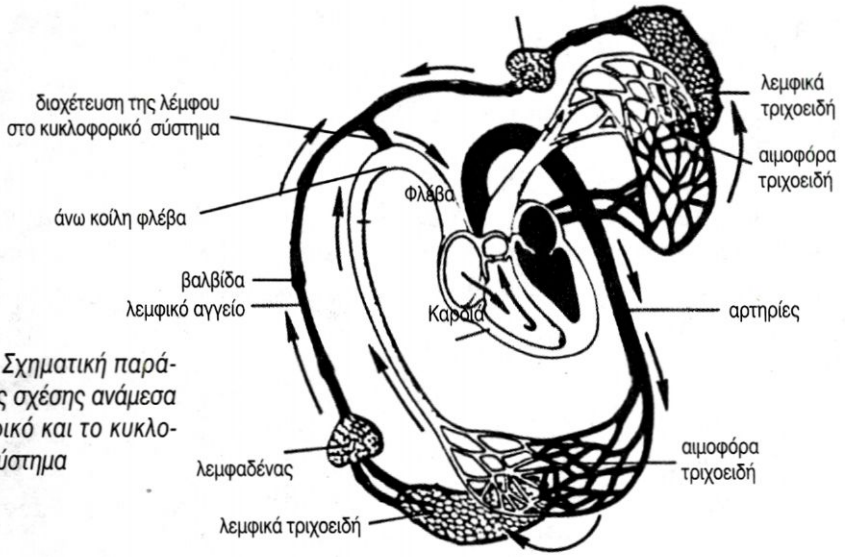
Τα λεμφικά αγγεία έχουν πολύ μεγάλη εξάπλωση στον οργανισμό, ώστε κάθε σημείο του οργανισμού να διαθέτει ένα πλήθος από τριχοειδή λεμφαγγεία, τα οποία αποτελούν την αρχή του λεμφικού συστήματος. Τα τριχοειδή αυτά είναι μεμονωμένα ή σχηματίζουν δίκτυα και ευρίσκονται στους μεσοκυττάριους χώρους Τα λεμφικά τριχοειδή είναι ευρύτερα των τριχοειδών του αίματος και έχουν μία ειδική δομή, που επιτρέπει στο μεσοκυττάριο υγρό να εισέρχεται στο εσωτερικό τους, αλλά να μην μπορεί να βγει.

Πολλά λεμφικά τριχοειδή μαζί συνενώνονται και σχηματίζουν τα κυρίως λεμφαγγεία, τα οποία καταλήγουν στα δύο μεγάλα λεμφικά στελέχη, το **μείζονα** και τον **ελάσσονα θωρακικό πόρο**. Αυτά διοχετεύουν τη λέμφο στο κυκλοφορικό διά μέσου των φλεβών που βρίσκονται στη βάση του τραχήλου (εικ. 4.3). Τα μεγάλα λεμφικά αγγεία μοιάζουν δομικά με τις φλέβες, μόνο που έχουν λεπτότερα τοιχώματα και περισσότερες βαλβίδες και κατά διαστήματα διέρχονται μέσα από λεμφαδένες.

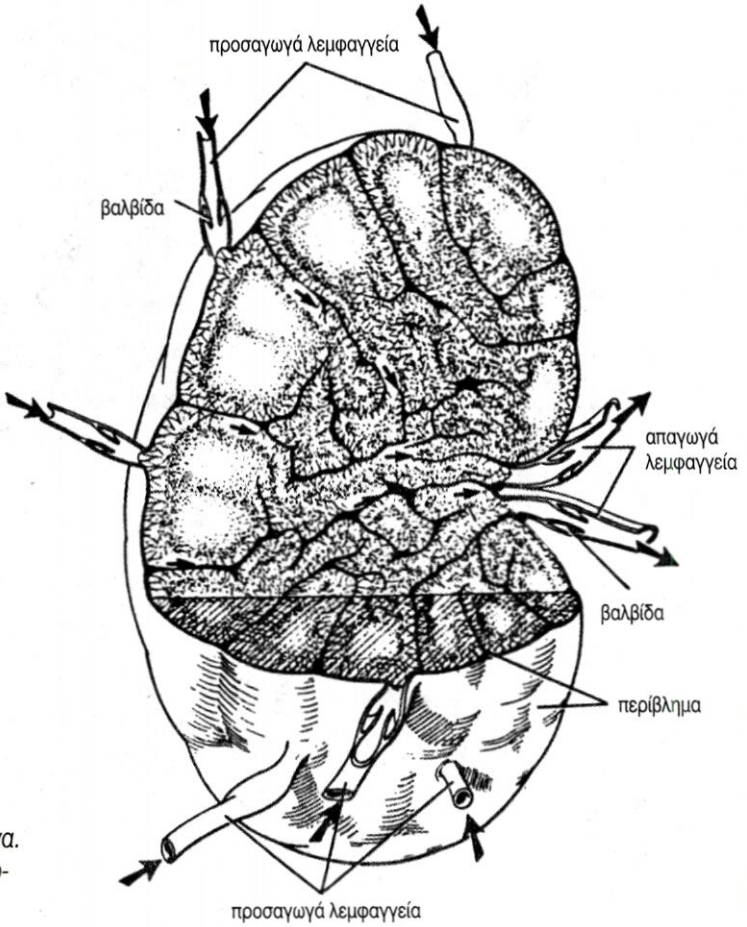
Το λεμφικό σύστημα έχει ένα μόνο σκέλος (κεντρομόλο), που απαρτίζεται από αγγεία που φέρουν τη λέμφο από τις διάφορες περιοχές του σώματος προς την καρδιά. Αντίθετα, το κυκλοφορικό σύστημα έχει και φυγόκεντρο (αρτηρίες) και κεντρομόλο σκέλος (φλέβες).

Λεμφαδένες

Οι **λεμφαδένες** βρίσκονται κατά μήκος των λεμφαγγείων, στον αυχένα, στις μασχάλες, στις βουβωνικές περιοχές και αλλού, μεμονωμένοι ή κατά ομάδες (εικ.4.1). Οι λεμφαδένες είναι μικρές ωοειδείς μάζες λεμφικού ιστού. Στο εσωτερικό τους υπάρχουν συγκεντρωμένα λεμφοκύτταρα (Τ & Β) και μακροφάγα. Η λέμφος περνώντας από τους λεμφαδένες διηθείται πριν διοχετευτεί στο αίμα κι έτσι παγιδεύονται μικρόβια και ξένες ουσίες από τα μακροφάγα, τα Τ- λεμφοκύτταρα ή τα αντισώματα που παράγονται από τα Β- λεμφοκύτταρα (εικ.4.4).



εικ. 4.3 Σχηματική παράσταση της σχέσης ανάμεσα στο λεμφικό και το κυκλοφορικό σύστημα



εικ. 4.4 Τομή λεμφαδένα. Τα βέλη δείχνουν την πορεία της λέμφου

Οι αμυγδαλές, η σπλήνα και ο θύμος αδένας ονομάζονται **λεμφοκυτογόνα όργανα**, διότι σ' αυτούς διαφοροποιούνται τα λεμφοκύτταρα που παράγονται στον ερυθρό μυελό των οστών.

- Οι **αμυγδαλές** είναι μεγάλοι λεμφαδένες στη βάση της στοματικής κοιλότητας και του φάρυγγα. Στο σημείο που βρίσκονται προστατεύουν τον οργανισμό από ξένες ουσίες και μικροοργανισμούς που περνούν μέσω του αναπνευστικού και του πεπτικού συστήματος.
- Η **σπλήνα** βρίσκεται στο άνω αριστερό μέρος της κοιλιακής κοιλότητας, ανάμεσα στο στομάχι και το διάφραγμα, και έχει ωοειδές σχήμα. Συμμετέχει στον ανοσοποιητικό μηχανισμό με τη διαφοροποίηση λεμφοκυττάρων, τα οποία παράγουν αντισώματα. Το αίμα περνώντας από τη σπλήνα απαλλάσσεται από βακτήρια, γερασμένα ερυθροκύτταρα και αιμοπετάλια. Στους ενήλικες η σπλήνα αποτελεί αποθήκη αίματος.
- Ο **θύμος** βρίσκεται πίσω από το στέρνο , κατά μήκος της τραχείας, στο άνω μέρος της θωρακικής κοιλότητας. Είναι μεγαλύτερος στα παιδιά, μειώνεται στους ενήλικες και τελικά εξαφανίζεται. Ο αδένας αυτός εκκρίνει την θυμοσίνη, ουσία που συμβάλλει στην ωρίμανση των Τ- λεμφοκυττάρων και πιθανόν να έχει και άλλες λειτουργίες σχετικές με την ανοσία.

Η υπερβολική συσσώρευση μεσοκυττάριου υγρού (υγρού των ιστών) σε μια περιοχή του οργανισμού ονομάζεται **οίδημα** και μπορεί να οφείλεται σε απόφραξη ενός λεμφαγγείου λόγω μόλυνσης . Επίσης, η υπερβολική παραγωγή λέμφου, καθώς και η αυξημένη διαπερατότητα των τοιχωμάτων των τριχοειδών αγγείων μπορεί να ευθύνονται για τη δημιουργία οιδήματος ή για την αυξημένη πίεση του αίματος στα τριχοειδή (εικ.4.5).

εικ. 4.5 Το δεξί πόδι του ατόμου αυτού εμφανίζει οίδημα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το λεμφικό σύστημα περιλαμβάνει τα λεμφαγγεία, τη λέμφο και τους λεμφαδένες, καθώς και το θύμο αδένα και τη σπλήνα.

Το υγρό των ιστών σχηματίζεται από το πλάσμα που εξέρχεται από τα τριχοειδή και περιλούει τα κύτταρα των ιστών.

Η λέμφος σχηματίζεται από την περίσσεια του υγρού των ιστών και μεταφέρει λιπαρές ουσίες και λευκοκύτταρα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Σε τι διαφέρουν ως προς τη σύσταση η λέμφος, το πλάσμα και το υγρό των ιστών.

2. Να αναφέρετε δύο λειτουργίες του λεμφικού συστήματος.

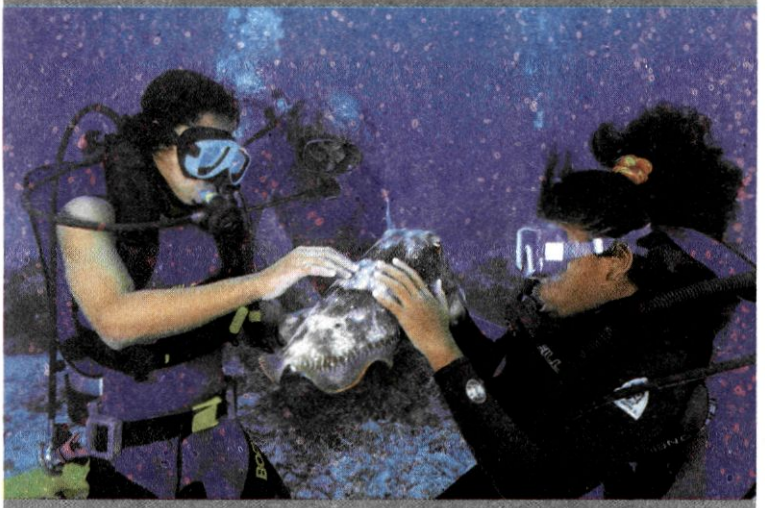
3. Στο αρτηριακό άκρο ενός τριχοειδούς η πίεση του αίματος είναι υψηλή αλλά η συγκέντρωση των αλάτων χαμηλή. Αντίθετα, στο φλεβικό άκρο η πίεση του αίματος είναι χαμηλή και η συγκέντρωση των αλάτων υψηλή.
   α. Γιατί πιστεύετε ότι η πίεση του αίματος είναι μεγαλύτερη στο αρτηριακό άκρο απ' ότι στο φλεβικό;
   β. Γιατί πιστεύετε ότι η συγκέντρωση αλάτων είναι μεγαλύτερη στο φλεβικό άκρο απ' ό,τι στο αρτηριακό;
   γ. Πώς οι διαφορές αυτές επηρεάζουν το σχηματισμό και τη μεταφορά του υγρού των ιστών;

4. Τι είναι το οίδημα και πού οφείλεται;

5. Να γίνουν οι κατάλληλες αντιστοιχήσεις:

• Λεμφαδένες	• Το υγρό που κυκλοφορεί στα λεμφαγγεία
• Λέμφος	• Μοιάζουν δομικά με τις φλέβες
• Μεγάλα λεμφικά αγγεία	• Μικρές ωοειδείς μάζες λεμφικού ιστού
• Λεμφοκυτογόνα όργανα	• Συμβάλλει στην ωρίμανση των Τ-λεμφοκυττάρων
• Αμυγδαλές	• Συμμετέχει στη διαφοροποίηση των λεμφοκυττάρων
• Σπλήνα	• Αμυγδαλές, σπλήνα, θύμος αδένας
• Θύμος αδένας	• Προστατεύουν από μικρόβια που εισέρχονται με το πεπτικό σύστημα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5



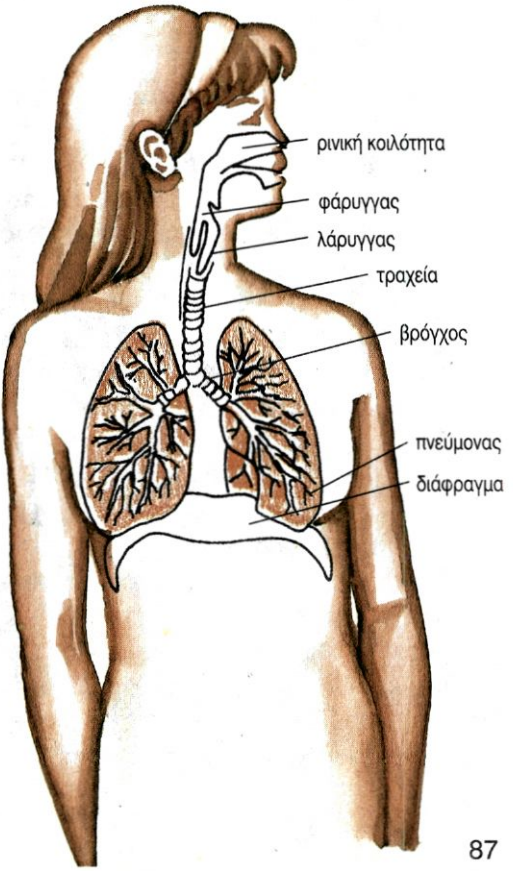
5. ΑΝΑΠΝΟΗ

Τα προϊόντα της πέψης των θρεπτικών ουσιών που περιέχονται στην τροφή απορροφώνται στο λεπτό έντερο και φτάνουν με την κυκλοφορία του αίματος σε όλα τα κύτταρα του σώματος. Εκεί, ορισμένες θρεπτικές ουσίες οξειδώνονται κατά την **κυτταρική αναπνοή,** με αποτέλεσμα την απελευθέρωση ενέργειας. Η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται για το σχηματισμό τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP). Για την οξείδωση των θρεπτικών ουσιών είναι απαραίτητη η συνεχής τροφοδότηση των κυττάρων με οξυγόνο, και ταυτόχρονα η συνεχής απομάκρυνση του παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα. Το οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα (αναπνευστικά αέρια) διακινούνται με το αίμα από και προς τους πνεύμονες.

Η αναπνοή είναι μία συνεχής λειτουργία, που περιλαμβάνει την **εισπνοή,** κατά την οποία εισέρχεται αέρας στους πνεύμονες (πρόσληψη οξυγόνου), και την **εκπνοή,** κατά την οποία εξέρχεται αέρας από τους πνεύμονες (αποβολή διοξείδιου του άνθρακα). Η διακίνηση του αέρα γίνεται δια μέσου κοιλοτήτων, σωλήνων και ανοιγμάτων, που αποτελούν την αεροφόρο οδό.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

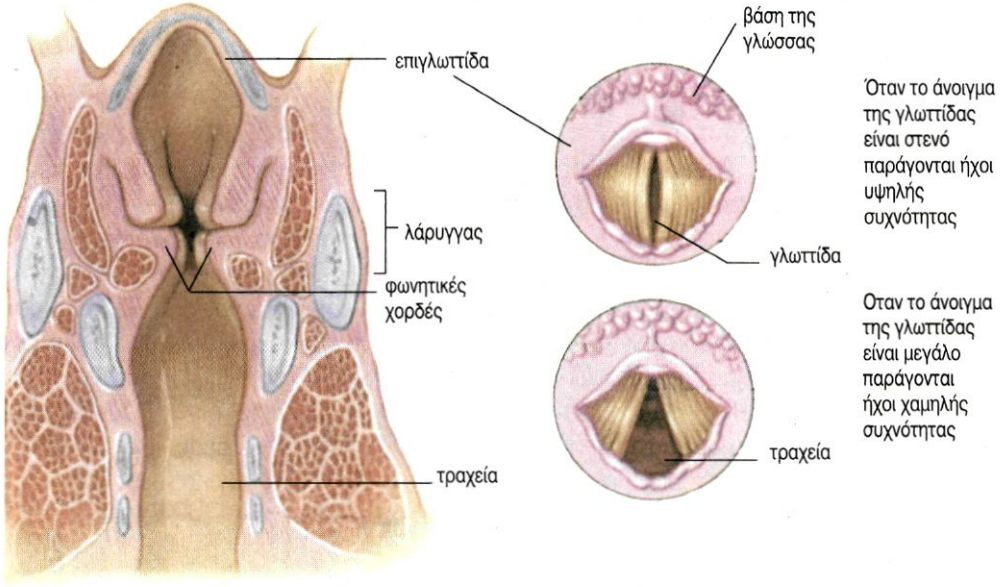
εικ. 5.1 Η αναπνευστική οδός



Η αεροφόρος οδός

Τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, που είναι η μύτη, ο φάρυγγας, ο λάρυγγας, η τραχεία, το βρογχιακό δέντρο και οι πνεύμονες, συνιστούν την αεροφόρο οδό.

Ο αέρας εισέρχεται στη **ρινική κοιλότητα**, η οποία αποτελεί τμήμα της μύτης και χωρίζεται σε δύο ρινικούς θαλάμους, με το ρινικό διάφραγμα. Το πάνω μέρος κάθε ρινικού θαλάμου επενδύεται με οσφρητικό βλεννογόνο. Το υπόλοιπο καλύπτεται με αναπνευστικό βλεννογόνο, που είναι πλούσιος σε αγγεία και αποτελείται από επιθηλιακά κύτταρα, τα οποία διαθέτουν βλεφαρίδες (κροσσούς), και από κύτταρα που παράγουν βλέννα. Κατά την **εισπνοή**, ο εισερχόμενος αέρας θερμαίνεται με τη βοήθεια των αιμοφόρων αγγείων. Αποκτά έτσι τη θερμοκρασία του σώματος, φιλτράρεται, υγραίνεται και στη συνέχεια περνάει στο φάρυγγα. (εικ. 5.1).



Εικόνα 5.2 Επιμήκης διατομή του λάρυγγα. Εγκάρσια διατομή του λάρυγγα

Ο **φάρυγγας** είναι όργανο κοινό για το αναπνευστικό και το πεπτικό σύστημα. Η κοιλότητα του **λάρυγγα** έχει σχήμα κλεψύδρας. (εικ. 5.2) Το στενότερο άνοιγμά του έχει μεταβλητό μέγεθος και ονομάζεται **γλωττίδα**. Στα άκρα της γλωττίδας υπάρχουν μεμβρανώδεις αναδιπλώσεις, οι **φωνητικές χορδές.** Οι χορδές αυτές πάλλονται κατά την έξοδο του αέρα και παράγουν ήχους. Μύες που υπάρχουν στα τοιχώματα του λάρυγγα, αυξομειώνουν την τάση των χορδών και το άνοιγμα της γλωττίδας. Τα χαρακτηριστικά των ήχων (ένταση, ύψος) εξαρτώνται αφ' ενός από τη δύναμη του αέρα που διέρχεται, και αφ' ετέρου από το μήκος, το πάχος, την ελαστικότητα και την τάση των φωνητικών χορδών. Ο λάρυγγας, ο φάρυγγας, η στοματική και η ρινική κοιλότητα, καθώς και οι παραρρινικοί κόλποι (αεροφόροι κοιλότητες γύρω από τα οστά της ρινικής κοιλότητας) λειτουργούν σαν «**αντηχείο**» και δίνουν σε κάθε άτομο τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της φωνής του.

Ο λάρυγγας συνεχίζεται προς τα κάτω με έναν κυλινδρικό σωλήνα, την **τραχεία.** Η είσοδος της τραχείας είναι μονίμως ανοικτή επιτρέποντας τη διέλευση του αέρα. Η τραχεία διατηρεί το σχήμα της με τη βοήθεια χόνδρινων δακτυλίων σχήματος C. Το εσωτερικό της επενδύεται με κροσσωτό επιθήλιο, του οποίου οι βλεφαρίδες κινούνται συνεχώς απομακρύνοντας βλέννα και σκόνη. Η τραχεία, στο ύψος του 4^{ου} θωρακικού σπονδύλου, χωρίζεται στο δεξιό και στον αριστερό βρόγχο, οι οποίοι εισέρχονται στο δεξιό και στον αριστερό πνεύμονα αντίστοιχα. Κάθε **βρόγχος** υποδιαιρείται διαρκώς σε μικρότερους σχηματίζοντας το **βρογχιακό δέντρο**, οι κλάδοι του οποίου καταλήγουν στους κυψελιδωτούς πόρους. Αυτοί οδηγούν σε μικρές αεροφόρες κοιλότητες, τις **κυψελίδες**, τα τοιχώματα των οποίων περιβάλλονται από τριχοειδή αγγεία της πνευμονικής αρτηρίας.

Γνωρίζετε ότι:

Κατά την εφηβεία η τεστοστερόνη προκαλεί απότομη ανάπτυξη του λάρυγγα και ειδικά του θυροειδούς χόνδρου. Έτσι, αυξάνεται και το μήκος των φωνητικών χορδών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα αγόρια να έχουν πιο βαθειά φωνή. Ο θυροειδής χόνδρος διακρίνεται εξωτερικά. Είναι αυτό που ονομάζουμε «το μήλο του Αδάμ».

Οι **πνεύμονες** έχουν κωνική περίπου μορφή. (εικ. 5.1) Στην εσωτερική επιφάνεια κάθε πνεύμονα υπάρχει ένα άνοιγμα, απ' όπου διέρχονται ο βρόγχος, οι κλάδοι της πνευμονικής αρτηρίας και φλέβας, οι κλάδοι της βρογχιακής αρτηρίας και φλέβας και νεύρα. Η βρογχιακή αρτηρία προμηθεύει τον πνεύμονα με θρεπτικές ουσίες, ενώ οι άχρηστες απομακρύνονται με τη βρογχιακή φλέβα.

Ο δεξιός πνεύμονας υποδιαιρείται με σχισμές σε τρεις λοβούς, ενώ ο αριστερός σε δύο. Κάθε λοβός αποτελείται από λόβια, τα οποία περιλαμβάνουν διακλαδώσεις του βρογχιακού δέντρου, και από κυψελίδες, οι οποίες περιβάλλονται από τριχοειδή αγγεία (διακλαδώσεις της πνευμονικής αρτηρίας). Με τις διακλαδώσεις της πνευμονικής αρτηρίας φτάνει στις κυψελίδες από τη δεξιά κοιλία της καρδιάς αίμα πλούσιο σε CO_2 και φτωχό σε O_2.

Οι κυψελίδες και τα τριχοειδή αγγεία έχουν πολύ λεπτό τοίχωμα, δια μέσου του οποίου γίνεται η ανταλλαγή των αερίων της αναπνοής. Το αίμα δηλαδή αποβάλλει το CO_2, και παραλαμβάνει O_2. Στη συνέχεια, μέσω της πνευμονικής φλέβας, επιστρέφει στον αριστερό κόλπο της καρδιάς.

Γνωρίζετε ότι:

Στους πνεύμονες του ανθρώπου υπάρχουν 700 εκατομμύρια πνευμονικές κυψελίδες, οι οποίες έχουν συνολική επιφάνεια $70m^2$. Τόση επιφάνεια έχει περίπου ένα γήπεδο αντισφαίρισης.

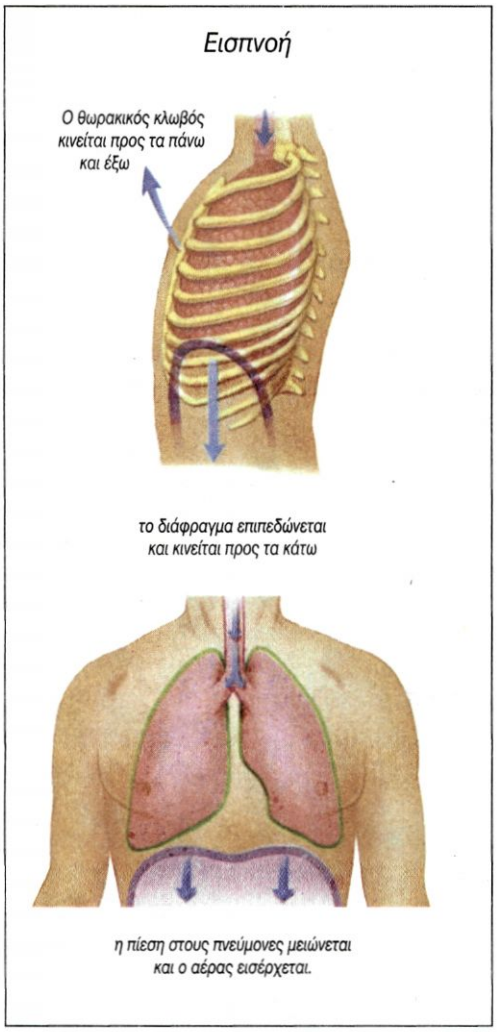
Ο μηχανισμός της αναπνοής

Οι πνεύμονες βρίσκονται στη θωρακική κοιλότητα, την οποία σχηματίζουν οι πλευρές, που αρθρώνονται πίσω με τη σπονδυλική στήλη και μπροστά με το στέρνο. Η θωρακική κοιλότητα χωρίζεται από την κοιλιακή με ένα θολωτό μυ, το **διάφραγμα**. Μεταξύ των πλευρών προσφύονται οι μεσοπλεύριοι μύες.

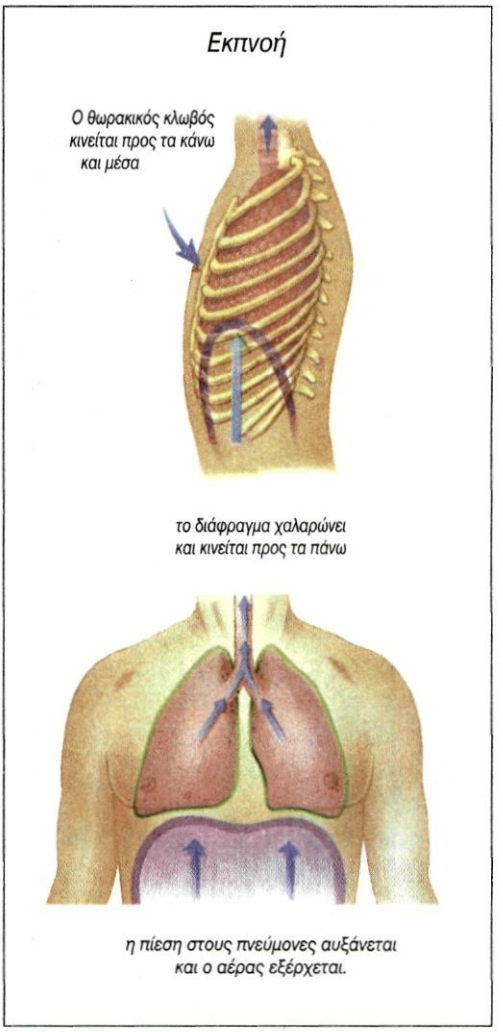
Ο ρυθμός της αναπνοής μας ελέγχεται από το αναπνευστικό κέντρο, το οποίο βρίσκεται στον προμήκη. Για να πραγματοποιηθεί η **εισπνοή**, το διάφραγμα, συστέλλεται και επιπεδώνεται με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο κατακόρυφος άξονας της θωρακικής κοιλότητας. Οι εισπνευστικοί μύες συσπώνται με αποτέλεσμα οι πλευρές να κινούνται προς τα πάνω και έξω. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται ο όγκος της θωρακικής κοιλότητας και συνεπώς των πνευμόνων. Με την έκταση των πνευμόνων η πίεση του αέρα στις διευρυμένες κυψελίδες μειώνεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εισροή αέρα από το περιβάλλον στους

πνεύμονες, δια μέσου της αναπνευστικής οδού. (εικ. 5.3).

Όταν οι κυψελίδες γεμίσουν με αέρα, υποδοχείς τάσης, που βρίσκονται σ' αυτές, στέλνουν νευρικές ώσεις στο αναπνευστικό κέντρο, το οποίο αναστέλλει τη διέγερση των εισπνευστικών μυών και του διαφράγματος, οπότε αυτοί χαλαρώνουν. Οι θωρακικές πλευρές επανέρχονται στην αρχική θέση τους και το διάφραγμα επανακτά τη θολωτή μορφή του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειωθεί ο όγκος της θωρακικής κοιλότητας, εξαναγκάζοντας τους ελαστικούς πνεύμονες να εξωθήσουν τον αέρα (εκπνοή). (Εικ. 5.4). Φυσιολογικά, η **εκπνοή** είναι μία παθητική διεργασία. Σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. κατά την έντονη μυϊκή εργασία) μπορεί και η εκπνοή να γίνει ενεργητικά, με συστολή των εκπνευστικών μυών. Οι μύες αυτοί αναγκάζουν τις πλευρές να κινηθούν προς τα μέσα και κάτω, με αποτέλεσμα τη μείωση της χωρητικότητας της θωρακικής κοιλότητας. Στην πολύ έντονη εκπνοή συμβάλλουν και ορισμένοι μύες της κοιλιάς.



εικ. 5.3 Ο μηχανισμός της εισπνοής



εικ. 5.4 Ο μηχανισμός της εκπνοής

Ο εξαερισμός των πνευμόνων είναι κυρίως μία ακούσια ρυθμική λειτουργία, που συνεχίζει να πραγματοποιείται ακόμα και όταν το άτομο έχει χάσει τις αισθήσεις του.

Εκτός από τους υποδοχείς τάσης, που βρίσκονται στις πνευμονικές κυψελίδες, υπάρχουν και χημειοϋποδοχείς, κυρίως στην αορτή και στις καρωτίδες. Αυτοί ανταποκρίνονται σε μεταβολές της συγκέντρωσης των H^+, του CO_2, και του O_2 στο αίμα. Αν κατά τη διάρκεια μιας έντονης άσκησης ελαττωθεί η συγκέντρωση του οξυγόνου στο αίμα, οι χημειοϋποδοχείς στέλνουν νευρικές ώσεις στο αναπνευστικό κέντρο, με τελικό αποτέλεσμα την αύξηση του ολικού αερισμού.

Ο αναπνευστικός ρυθμός έχει τη δυνατότητα να μεταβληθεί και από διεγέρσεις που προέρχονται από ανώτερα κέντρα του εγκεφάλου. Πράγματι, οι αναπνευστικές κινήσεις μπορεί να τροποποιηθούν ακούσια (την ώρα που μιλάμε) ή εκούσια (την ώρα που τραγουδάμε). Μπορούμε ακόμα να «κρατήσουμε την αναπνοή μας» κατά τη διάρκεια μιας κατάδυσης. Όσο όμως κρατάμε την αναπνοή μας, αυξάνεται η συγκέντρωση του CO_2 στο αίμα. Αυτή ανιχνεύεται από τους χημειοϋποδοχείς και τελικά προκαλείται αντανακλαστικά η αναπνοή.

Υπάρχουν αντανακλαστικά όπως ο βήχας και το φτάρνισμα, τα οποία προστατεύουν την αναπνευστική οδό από ουσίες που δρουν ερεθιστικά.

Γνωρίζετε ότι:

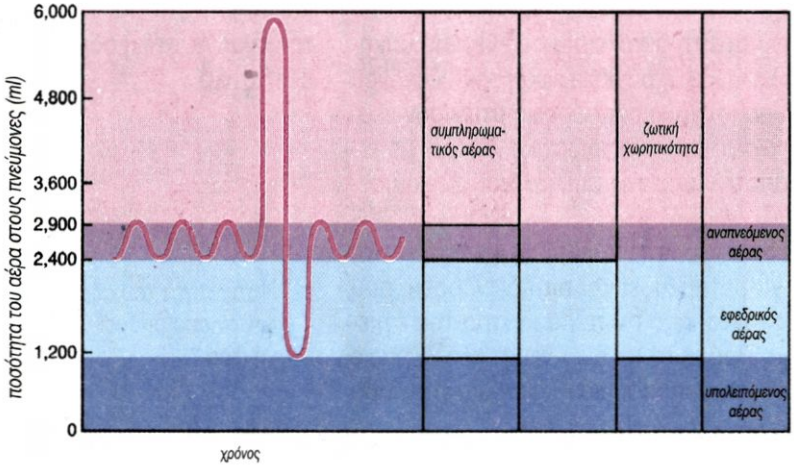
Η ταχύτητα του αέρα που βγαίνει κατά το φτάρνισμα μπορεί να φτάσει τα 450 km ανά ώρα.

Χωρητικότητα των πνευμόνων

Το σπιρόμετρο είναι ένα όργανο που μετράει τον όγκο του αναπνεόμενου αέρα. Κατά την εισπνοή, μία γραφίδα μετακινείται προς τα πάνω, ενώ κατά την εκπνοή κινείται προς τα κάτω. Οι κινήσεις αυτές καταγράφονται σε έναν κυλιόμενο κύλινδρο. Η απόσταση που διανύει η γραφίδα είναι ανάλογη με τον όγκο του εισπνεόμενου ή εκπνεόμενου αέρα.

Κατά την ήρεμη εισπνοή, το ποσό του αέρα που εισέρχεται ονομάζεται αναπνεόμενος αέρας και ο όγκος του είναι περίπου 300-500ml. Μπορούμε να αυξήσουμε τον όγκο του εισπνεόμενου αέρα με μία βαθύτατη εισπνοή. Ο αέρας αυτός ονομάζεται συμπληρωματικός αέρας και μπορεί να φτάσει τα 3.000 ml. Με παρόμοιο τρόπο μπορούμε να αυξήσουμε τον όγκο του εκπνεόμενου αέρα κατά 1.500-2000 ml. Ο αέρας αυτός ονομάζεται εφεδρικός

αέρας. Ωστόσο ακόμα και ύστερα από την πιο βαθιά εκπνοή παραμένουν στους πνεύμονες περίπου 1.000 - 1500 ml, που αποτελούν τον υπολειπόμενο αέρα.
Το άθροισμα του αναπνεόμενου, του συμπληρωματικού και του εφεδρικού αέρα αποτελεί τη ζωτική χωρητικότητα και μπορεί να φτάσει τα 4.800 ml.



Ανταλλαγή των αναπνευστικών αερίων

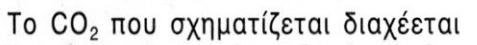
Οι πνευμονικές κυψελίδες βρίσκονται σε επαφή με τα τριχοειδή αγγεία που τις περιβάλλουν. Τα τοιχώματα των πνευμονικών κυψελίδων αποτελούνται από μία μόνο στιβάδα επιθηλιακών κυττάρων. Το ίδιο συμβαίνει και με τα τοιχώματα των τριχοειδών αγγείων. Δια μέσου αυτών των δύο στιβάδων γίνεται η διάχυση του O_2 από την πνευμονική κυψελίδα προς το εσωτερικό του τριχοειδούς αγγείου, και του CO_2 αντίστροφα. Η διάχυση των αναπνευστικών αερίων επιτυγχάνεται λόγω των διαφορών στις συγκεντρώσεις τους.

Το O_2, μόλις εισέλθει στα πνευμονικά αιμοφόρα τριχοειδή, θα προσδεθεί στην αιμοσφαιρίνη (Hb) των ερυθρών αιμοσφαιρίων.

$$Hb + O_2 \rightarrow HbO_2$$

Το αίμα, του οποίου τα ερυθρά αιμοσφαίρια περιέχουν οξυαιμοσφαιρίνη (HbO_2), έχει έντονο κόκκινο χρώμα. Όταν φτάσει στους ιστούς, το O_2 διαχέεται προς το μεσοκυττά-

ριο χώρο, όπου η συγκέντρωσή του είναι χαμηλότερη. Στη συνέχεια, πάλι με διάχυση,εισέρχεται στα κύτταρα, όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί κατά την **κυτταρική αναπνοή** για την παραγωγή ενέργειας με τη μορφή ATP:



$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36ATP$$

Το CO_2 που σχηματίζεται διαχέεται διαδοχικά στο μεσοκυττάριο χώρο, και από εκεί στο εσωτερικό των τριχοειδών αγγείων, και τέλος στα ερυθρά αιμοσφαίρια. Εκεί ένα μικρό ποσοστό του ενώνεται με την αιμοσφαιρίνη ($HbCO_2$), το μεγαλύτερο όμως ποσοστό (80%), αντιδρά με το H_2O, σχηματίζοντας H_2CO_3. Το H_2CO_3 στη συνέχεια διίσταται σε κατιόντα υδρογόνου H^+ και όξινα ανθρακικά ανιόντα (HCO_3^-), τα οποία, επειδή είναι ευδιάλυτα, μεταφέρονται στους πνεύμονες διαλυμένα στο πλάσμα, εκεί γίνεται η αποβολή τους με την μορφή CO_2.

Επίδραση του τρόπου ζωής στη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος

Η λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος μπορεί να επηρεαστεί είτε από διάφορους παθογόνους μικροοργανισμούς είτε από την κακή ποιότητα του εισπνεόμενου αέρα.

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μεταδίδονται από άτομο σε άτομο, με το βήχα, το φτάρνισμα κ.ά. Η αναπνευστική οδός βέβαια, προστατεύεται με τη βλέννα και τις βλεφαρίδες του κροσσωτού επιθηλιακού ιστού. Αν όμως ο αριθμός των παθογόνων μικροοργανισμών είναι μεγάλος ή / και η αντίσταση του οργανισμού μειωμένη, τότε οι μικροοργανισμοί αυτοί (βακτήρια και ιοί) μπορεί να προκαλέσουν διάφορες ασθένειες όπως πνευμονία, φυματίωση, οξεία βρογχίτιδα. (πιν. 5.1). Για να μειώσουμε την πιθανότητα προσβολής απ' αυτές τις ασθένειες, πρέπει να αποφεύγουμε τους κλειστούς χώρους όπου συνωστίζονται πολλά άτομα.

Πίνακας 5.1 Ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος

ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ	
Πνευμονία	Μπορεί να προκληθεί από βακτήρια ή ιούς. Οι πνευμονικές κυψελίδες γεμίζουν με βλέννα και πύο και δυσλειτουργούν.
Φυματίωση	Προκαλείται από το βακτήριο της φυματίωσης *(Mycobacterium tuberculosis)*, το οποίο ευθύνεται για την καταστροφή των πνευμονικών κυψελίδων. Στη συνέχεια αυτές αντικαθίστανται από συνδετικό ιστό, αλλά χάνουν την ελαστικότητά τους. Ο οργανισμός μπορεί να απομονώσει τα βακτήρια σε «φυμάτια», και αν η αντίστασή του είναι μεγάλη, τα μικρόβια καταστρέφονται. Στις αναπτυγμένες χώρες, με τη χρήση των αντιβιοτικών, η φυματίωση είναι υπό έλεγχο. Αντίθετα, στις αναπτυσσόμενες χώρες η φυματίωση τελευταία παρουσιάζει έξαρση. Αναφέρονται 3.000.000 θάνατοι ετησίως.
Οξεία βρογχίτιδα	Είναι φλεγμονή των βρόγχων, που προκαλείται από βακτήρια ή ιούς. Στην οξεία βρογχίτιδα παρουσιάζεται μεγάλη έκκριση βλέννας, που συνοδεύεται από έντονο βήχα.

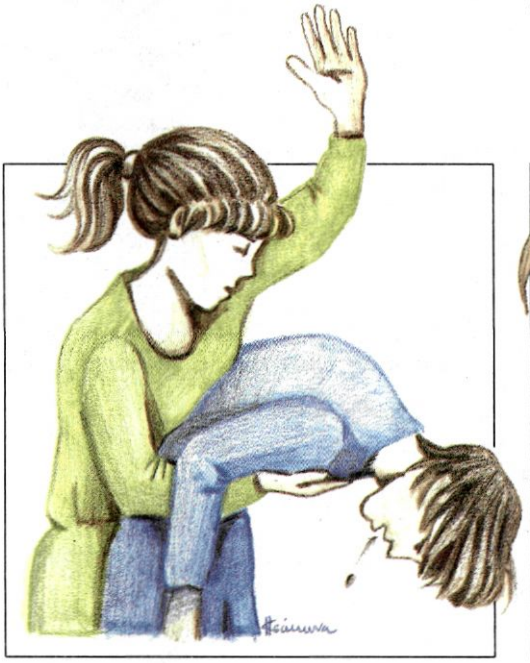
ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΙΣΠΝΕΟΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ	
Εμφύσημα	Το εμφύσημα οφείλεται σε συνεχή ερεθισμό των πνευμόνων και της αναπνευστικής οδού από τοξικές χημικές ουσίες. Οι ουσίες αυτές μπορεί να βρίσκονται στον καπνό του τσιγάρου, να είναι αέριοι ρυπαντές κ.ά. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η στένωση των λεπτότερων διακλαδώσεων των βρόγχων, η καταστροφή των ελαστικών ινών των κυψελίδων και η διάταση των τοιχωμάτων του πνεύμονα. Όλα αυτά παρεμποδίζουν την ομαλή είσοδο και έξοδο του αέρα, το άτομο δυσκολεύεται να αναπνεύσει και γι' αυτό το λόγο κινητοποιεί και τους εκπνευστικούς μυς.
Χρόνια βρογχίτιδα	Η χρόνια βρογχίτιδα προκαλείται από το συνεχή ερεθισμό του κροσσωτού επιθηλίου, λόγω της ύπαρξης τοξικών ουσιών στον εισπνεόμενο αέρα. Συνέπεια αυτού είναι τα κύτταρα του βλεννογόνου να χάσουν τις βλεφαρίδες τους. Για το λόγο αυτό η βλέννα δυσκολεύεται να απομακρυνθεί με αποτέλεσμα το άτομο να βήχει συχνά. Η ασθένεια αυτή εμφανίζεται συχνά σε καπνιστές, ακόμα και στους παθητικούς.
Καρκίνος του πνεύμονα	Η πίσσα που περιέχεται στον καπνό των τσιγάρων ενοχοποιείται για την εμφάνιση καρκίνου του πνεύμονα. Αρχικά τα επιθηλιακά κύτταρα λόγω συνεχούς ερεθισμού τους σκληραίνουν, οι βλεφαρίδες τους εκφυλίζονται, και έτσι η βλέννα και η σκόνη δεν απομακρύνονται εύκολα. Στη συνέχεια πολλά κύτταρα αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται με εντονότερο ρυθμό, δημιουργούνται όγκοι κυττάρων, οι οποίοι πιέζουν τους γειτονικούς ιστούς και τελικά εισβάλλουν σ' αυτούς. Υπολογίζεται ότι το 85-90% των θανάτων από καρκίνο του πνεύμονα προκαλείται από το κάπνισμα.

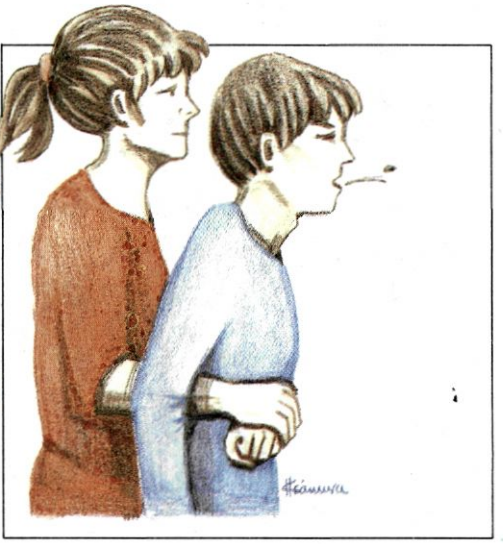
Άλλες παθήσεις, όπως το εμφύσημα, η χρόνια βρογχίτιδα και ο καρκίνος του πνεύμονα, (πιν. 5.1) προέρχονται κυρίως από την κακή ποιότητα του εισπνεόμενου αέρα. Ο καπνός, η σκόνη και διάφοροι ατμοσφαιρικοί ρυπαντές ερεθίζουν συνεχώς την αναπνευστική οδό. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη στένωση των λεπτότερων διακλαδώσεων των βρόγχων, την καταστροφή των ελαστικών ινών των πνευμονικών κυψελίδων και τον εκφυλισμό ή τον ανεξέλεγκτο πολλαπλασιασμό των επιθηλιακών κυττάρων. Οι παθήσεις αυτές εμφανίζονται με πολύ μεγάλη συχνότητα σε καπνιστές.

Ασφυξία δημιουργείται όταν οι ιστοί δεν οξυγονώνονται αρκετά, με συνέπεια την καταστροφή τους. Ιδιαίτερα ευαίσθητα είναι τα νευρικά κύτταρα, τα οποία αν μείνουν χωρίς

οξυγόνο, πεθαίνουν μέσα σε τρία περίπου λεπτά. Η ασφυξία μπορεί να προέλθει από απόφραξη των αεροφόρων οδών, συνήθως λόγω εισόδου υγρών ή τροφής στην τραχεία αντί στον οισοφάγο. Το άτομο δυσκολεύεται να αναπνεύσει, το χρώμα των χειλιών του γίνεται κυανό, δεν μπορεί να μιλήσει και κρατάει συνήθως το λαιμό του. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να χτυπήσουμε αμέσως τον πάσχοντα στην πλάτη ή να εφαρμόσουμε πίεση ψηλά στην κοιλιά του (εικ. 5.6).

εικ. 5.6 Τεχνικές σε περίπτωση απόφραξης της αεροφόρου οδού από ξένο σώμα

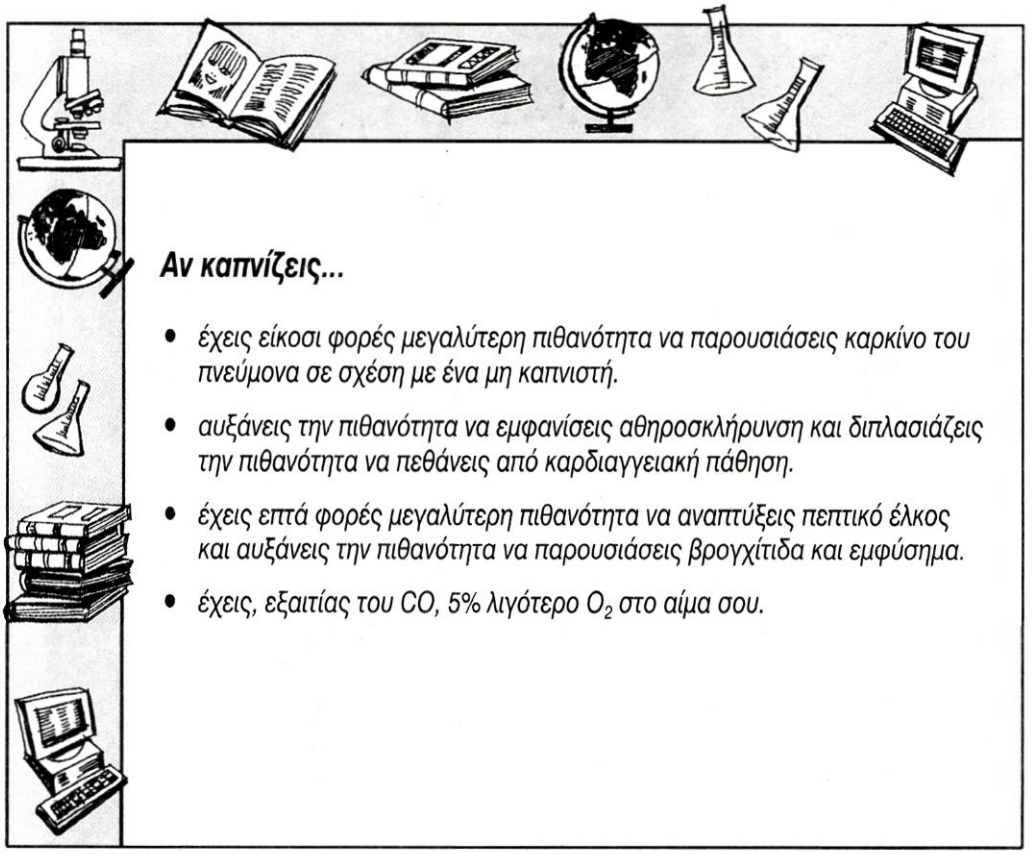




Ασφυξία μπορεί να προέλθει και από το μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Είναι ένα αέριο άχρωμο και άοσμο, που παράγεται κατά την ατελή καύση του άνθρακα. Το μονοξείδιο του άνθρακα συνδέεται ευκολότερα με την αιμοσφαιρίνη απ' ότι το οξυγόνο, δεδομένου ότι έχει 200 φορές μεγαλύτερη χημική συγγένεια μ' αυτήν από ότι το οξυγόνο. Ακόμα και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, το μονοξείδιο του άνθρακα μπορεί να αντιδράσει με τα μισά μόρια της αιμοσφαιρίνης, μειώνοντας δραματικά την ικανότητα του αίματος για μεταφορά οξυγόνου. Αυξημένα επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα προκαλούν δηλητηρίαση, με αποτέλεσμα το άτομο να χάσει τις αισθήσεις του ή και να περιέλθει σε κωματώδη κατάσταση.

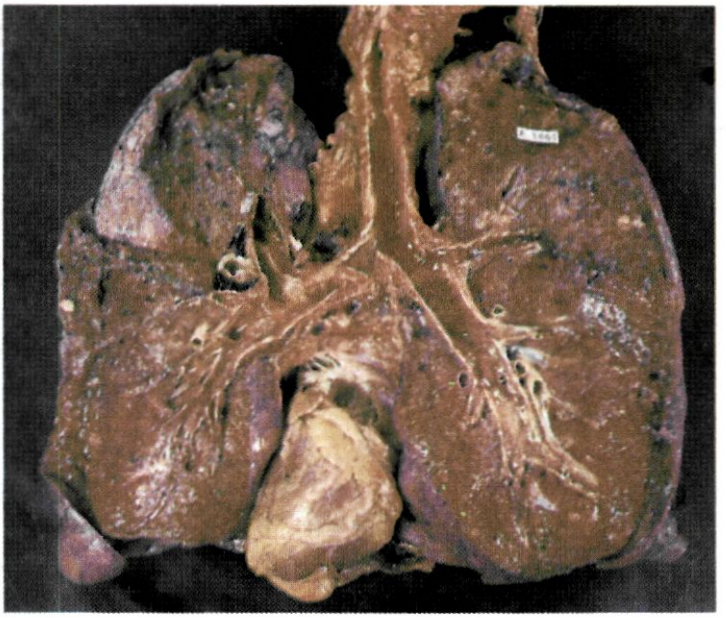
Το μονοξείδιο του άνθρακα βρίσκεται και στα καυσαέρια των εξατμίσεων των αυτοκινήτων. Κίνδυνος δημιουργείται αν η εξάτμιση είναι ελαττωματική ή αν το αυτοκίνητο μείνει με αναμένη μηχανή σε κλειστό χώρο. Για να σώσετε κάποιον που έχει πάθει ασφυξία από μονοξείδιο του άνθρακα και βρίσκεται σε κλειστό χώρο, ανοίξτε τις πόρτες και τραβήξτε τον πάσχοντα σε ασφαλές μέρος. Αν αναπνέει με δυσκολία, αρχίστε αμέσως τεχνητή αναπνοή, ώστε να αντικατασταθεί σταδιακά το μονοξείδιο του άνθρακα που έχει συνδεθεί με την αιμοσφαιρίνη.

Το μονοξείδιο του άνθρακα παράγεται και κατά την καύση των φύλλων του καπνού. Γι' αυτό πολλές φορές οι καπνιστές, ύστερα από κάπνισμα αισθάνονται πονοκέφαλο.



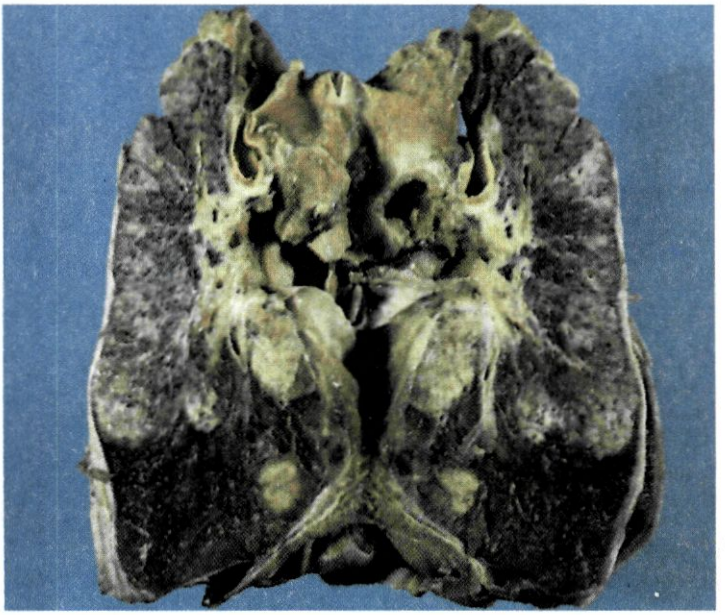
Αν καπνίζεις...

- *έχεις είκοσι φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να παρουσιάσεις καρκίνο του πνεύμονα σε σχέση με ένα μη καπνιστή.*
- *αυξάνεις την πιθανότητα να εμφανίσεις αθηροσκλήρυνση και διπλασιάζεις την πιθανότητα να πεθάνεις από καρδιαγγειακή πάθηση.*
- *έχεις επτά φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να αναπτύξεις πεπτικό έλκος και αυξάνεις την πιθανότητα να παρουσιάσεις βρογχίτιδα και εμφύσημα.*
- *έχεις, εξαιτίας του CO, 5% λιγότερο O_2 στο αίμα σου.*



- *Οι πνεύμονες σου, οι οποίοι έχουν αυτή τη μορφή,*

θα καταντήσουν έτσι...



Η υπόθεση ΔΕ σηκώνει τσιγάρο!!

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

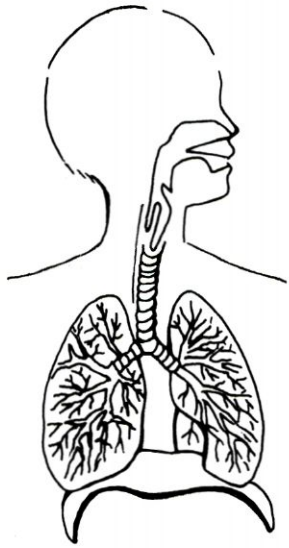
Στα κύτταρα γίνεται συνεχώς παραγωγή ενέργειας με τη διαδικασία της κυτταρικής αναπνοής, η οποία για να πραγματοποιηθεί χρειάζεται οξυγόνο. Η τροφοδότηση του οργανισμού με οξυγόνο επιτυγχάνεται με την αναπνοή, δια μέσου της αναπνευστικής οδού. Η αναπνευστική οδός περιλαμβάνει τη μύτη, το φάρυγγα, το λάρυγγα, την τραχεία με τις διακλαδώσεις της, και τους πνεύμονες. Η ανταλλαγή των αναπνευστικών αερίων (οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα) μεταξύ του αίματος και των πνευμονικών κυψελίδων γίνεται με διάχυση.

Για να γίνει μία εισπνοή, το αναπνευστικό κέντρο διεγείρει το διάφραγμα και τους εισπνευστικούς μυς, οι οποίοι συστέλλονται και προκαλούν αύξηση του όγκου της θωρακικής κοιλότητας και συνεπώς και των πνευμόνων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εισροή αέρα στους πνεύμονες.

Η εκπνοή φυσιολογικά γίνεται παθητικά. Οι μύες χαλαρώνουν, ο όγκος της θωρακικής κοιλότητας μειώνεται και έτσι ο αέρας εξωθείται από τους πνεύμονες.

Η ανταλλαγή των αναπνευστικών αερίων στις πνευμονικές κυψελίδες και στους ιστούς γίνεται με διάχυση. Το O_2 μεταφέρεται με το αίμα από τους πνεύμονες στους ιστούς δεσμευμένο στην αιμοσφαιρίνη. Το CO_2 απομακρύνεται, κυρίως διαλυμένο στο πλάσμα ως HCO_3^-, ενώ ένα μικρό ποσοστό του μεταφέρεται στους πνεύμονες ενωμένο με αιμοσφαιρίνη.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



1. Στο διπλανό σχήμα να ονομάσετε τα όργανα της αναπνευστικής οδού.

2. Σε ποιο μέρος της αναπνευστικής οδού βρίσκονται:
   Η γλωττίδα
   Ο οσφρητικός βλεννογόνος
   Οι πνευμονικές κυψελίδες.

3. Πώς επιτυγχάνεται η είσοδος του αέρα κατά την εισπνοή;

4. Πώς επιτυγχάνεται η έξοδος του αέρα κατά την εκπνοή;

5. Να συνδέσετε τα παρακάτω αγγεία με την αντίστοιχη λειτουργία.

Αγγεία	**Λειτουργία:**
Βρογχιακή αρτηρία	• μεταφέρει CO_2 από την καρδιά στους πνεύμονες
Πνευμονική αρτηρία	• μεταφέρει οξυγονωμένο αίμα από τους πνεύμονες στην καρδιά
Βρογχιακή φλέβα	• μεταφέρει θρεπτικές ουσίες στους πνεύμονες
Πνευμονική φλέβα	• απομακρύνει άχρηστες ουσίες από τους πνεύμονες

6. Για να πραγματοποιηθούν οι παρακάτω λειτουργίες, ποιοι μύες πρέπει να συσταλούν; Να κάνετε τις αντιστοιχίσεις.

Λειτουργίες	**Μύες**
Έντονη εκπνοή	Διάφραγμα
Εκπνοή	Εισπνευστικοί
Εισπνοή	Μύες της κοιλιάς
Έντονη εισπνοή	Εκπνευστικοί

7. Πώς γίνεται ο συντονισμός των αναπνευστικών κινήσεων;

8. Από πού προέρχεται το CO_2, με ποια μορφή μεταφέρεται στο αίμα και τελικά πού καταλήγει;

9. Από πού προέρχεται το O_2, με ποια μορφή μεταφέρεται στο αίμα και τελικά πού καταλήγει;

10. Πώς μπορούμε να μειώσουμε την πιθανότητα να προσβληθούμε από ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος;

11. Πώς μεταβάλλεται ο ρυθμός της αναπνοής μας:
    - όταν βρεθούμε σε κλειστό χώρο με πολλά άτομα;
    - όταν ανεβούμε σε ψηλό βουνό;
    - όταν απαγγέλλουμε ένα ποίημα;
    - όταν παίζουμε ποδόσφαιρο;

12. Να περιγράψετε το ρόλο της αιμοσφαιρίνης στη μεταφορά και στην ανταλλαγή των αναπνευστικών αερίων.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

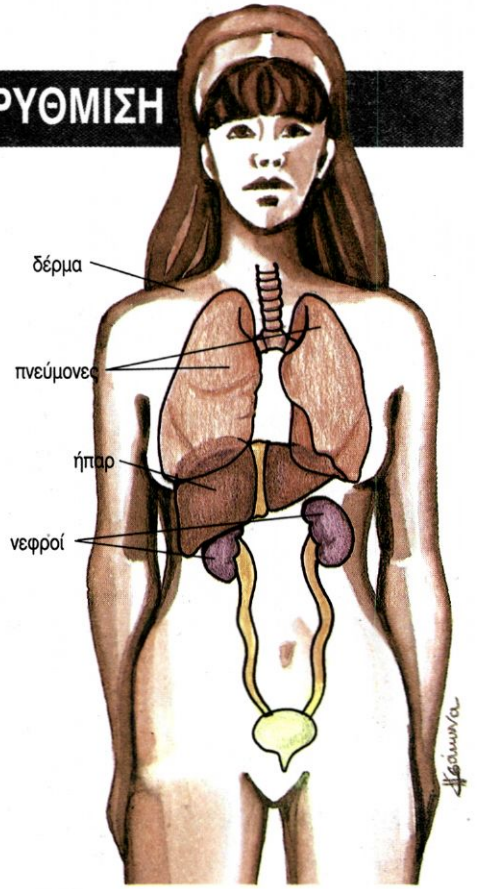
1. Η τεχνητή αναπνοή, αν εφαρμοστεί σωστά και έγκαιρα, μπορεί να σώσει ζωές. Να βρείτε τους διαφορετικούς τρόπους της τεχνητής αναπνοής. Να οργανώσετε, σε συνεργασία με τον καθηγητή της φυσικής αγωγής, μία επίδειξη, στην οποία να παρουσιάζονται οι τρόποι τεχνητής αναπνοής που εφαρμόζονται με τα χέρια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Αιμοφόρα αγγεία του νεφρού

6. ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΩΣΜΩΡΡΥΘΜΙΣΗ

Το σύνολο των βιοχημικών αντιδράσεων του οργανισμού μας αποτελεί το μεταβολισμό. Στα προϊόντα των αντιδράσεων αυτών περιλαμβάνονται και τοξικές ουσίες που πρέπει να αποβληθούν. Η διαδικασία αποβολής των ουσιών αυτών αποτελεί τη λειτουργία της **απέκκρισης**. Τα όργανα απέκκρισης φαίνονται στην εικόνα 6.1 και οι τρόποι απέκκρισης αναφέρονται στον πίνακα 6.1. Η αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα περιγράφεται στο κεφάλαιο για το αναπνευστικό σύστημα. Στη συνέχεια θα περιγραφεί ο σχηματισμός των ούρων στους νεφρούς και ο σχηματισμός του ιδρώτα.



εικ. 6.1 Όργανα απέκκρισης

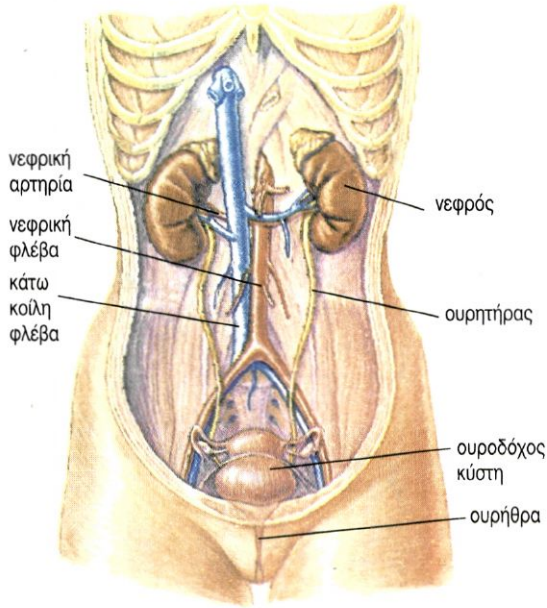
Πίνακας 6.1: Τρόποι απέκκρισης

Συστατικά που πρέπει να αποβληθούν	**Διαδικασία παραγωγής ή πρόσληψης**	**Τρόπος απέκκρισης**
Διοξείδιο του άνθρακα	Αερόβια αναπνοή	Αποβάλλεται μέσω του αίματος στις κυψελίδες των πνευμόνων και στη συνέχεια στο περιβάλλον με τη διαδικασία της εκπνοής
Άλατα	Λαμβάνονται από τις τροφές	Αποβάλλονται με τον ιδρώτα και με τα ούρα
Ουρία	Στο ήπαρ, ως προϊόν του μεταβολισμού των πρωτεϊνών	Το μεγαλύτερο μέρος αποβάλλεται με τα ούρα και μικρή ποσότητα με τον ιδρώτα
Νερό	Προϊόν ορισμένων μεταβολικών αντιδράσεων. Ένα ποσοστό από τις τροφές	Με τον ιδρώτα, με την εκπνοή, με τα ούρα
Χολερυθρίνη	Στο ήπαρ, ως προϊόν διάσπασης της αιμοσφαιρίνης γηρασμένων ερυθροκυττάρων	Στο γαστρεντερικό σωλήνα, ως συστατικό της χολής

ΟΥΡΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το ουροποιητικό σύστημα (εικ.6.2), αποτελείται από τους νεφρούς, τους ουρητήρες, την ουροδόχο κύστη και την ουρήθρα. Στους νεφρούς μικρά μόρια απομακρύνονται από το αίμα. Πολλά από αυτά, που είναι χρήσιμα, επανέρχονται στην κυκλοφορία. Τα υπόλοιπα, που είναι τοξικά για τον οργανισμό, αποβάλλονται με τα ούρα. Τα ούρα απομακρύνονται από τους νεφρούς μέσω των ουρητήρων προς στην ουροδόχο κύστη, όπου και αποθηκεύονται. Όταν η κύστη γεμίσει, τότε τα ούρα αποβάλλονται μέσω της ουρήθρας.

Οι λειτουργίες των νεφρών συνοψίζονται στον πίνακα 6.2, όπου γίνεται φανερό ότι οι νεφροί εκτός της απέκκρισης κάνουν και άλλες λειτουργίες.



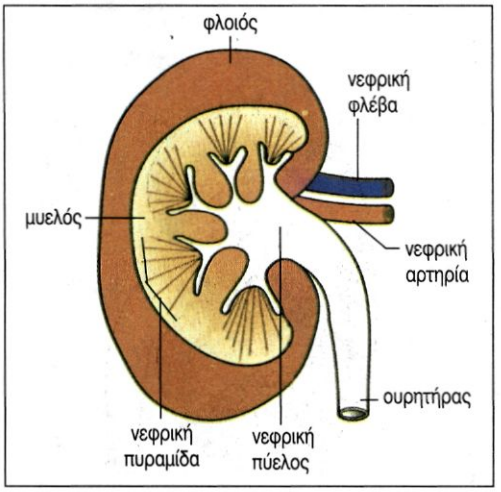
εικ. 6.2 Ουροποιητικό σύστημα

Πίνακας 6.2: Λειτουργίες των νεφρών

Λειτουργία	**Πώς επιτυγχάνεται**
Απέκκριση	Η ουρία απομακρύνεται από το αίμα και αποτελεί συστατικό των ούρων
Έλεγχος της ωσμωτικής πίεσης του αίματος	Η περίσσεια νερού απομακρύνεται από το αίμα και αποβάλλεται με τα ούρα
Έλεγχος του pH του αίματος	Η περίσσεια των ιόντων υδρογόνου (H^+) εξουδετερώνεται ή απομακρύνεται από το αίμα και ενσωματώνεται στα ούρα
Ενδοκρινής δράση	Απελευθερώνει ορμόνες, που αυξάνουν την πίεση του αίματος στους νεφρούς και επηρεάζουν την παραγωγή ερυθροκυττάρων

Γνωρίζετε ότι:

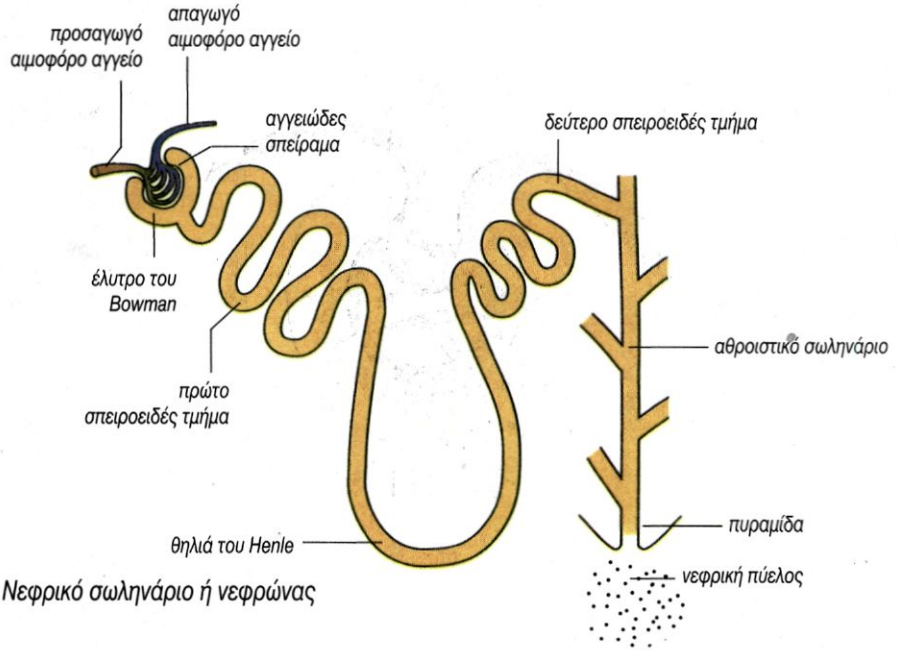
Όλο το αίμα του σώματος περνά από τους νεφρούς κάθε 4-5 λεπτά



εικ. 6.3 Τομή νεφρού

Δομή και λειτουργία των νεφρών

Οι νεφροί, όπως φαίνεται και στην εικ.6.2, έχουν σχήμα φασολιού και χρώμα σκούρο κόκκινο. Βρίσκονται στο ύψος του 12ου θωρακικού σπονδύλου, εκατέρωθεν της σπονδυλικής στήλης, αμέσως κάτω από το διάφραγμα. Στην εικ.6.3, όπου ο νεφρός φαίνεται σε επιμήκη τομή, διακρίνουμε 3 περιοχές του: το φλοιό, το μυελό και τη νεφρική πύελο. Ο **φλοιός** αποτελεί την εξωτερική περιοχή των νεφρών και ο **μυελός** την εσωτερική, μέσα στην οποία παρατηρούνται κωνικοί σχηματισμοί, οι νεφρικές πυραμίδες. Δίπλα στο κέντρο της κοίλης πλευράς του νεφρού υπάρχει μια εγκόλπωση, που ονομάζεται πύλη. Η **νεφρική πύελος** είναι μία κοιλότητα δίπλα στην πύλη. Απ' αυτήν εξέρχονται ο ουρητήρας και η νεφρική φλέβα και εισέρχεται η νεφρική αρτηρία, που αποτελεί κλάδο της αορτής. Κάθε νεφρός αποτελείται από ένα περίπου εκατομμύριο **νεφρικά σωληνάρια** ή **νεφρώνες,** τα οποία αποτελούν τη λειτουργική του μονάδα. Στα σωληνάρια αυτά διηθείται το αίμα και σχηματίζονται τα ούρα. Στην εικ.6.4.φαίνεται η δομή ενός νεφρώνα. Ο νεφρώνας είναι ένας μακρύς σωλήνας με δύο σπειροειδείς περιοχές. Ανάμεσα στις δύο αυτές περιοχές παρεμβάλλεται μία περιοχή που έχει σχήμα θηλιάς (θηλιά του Henle). Το ένα άκρο του νεφρώνα είναι τυφλό και σχηματίζει μία εγκόλπωση (έλυτρο του Bowman), το οποίο περικλείει ένα σύνολο διακλαδιζόμενων τριχοειδών, που ονομάζονται **αγγειώδες σπείραμα**. Το άλλο άκρο οδηγεί σε ένα μεγα-



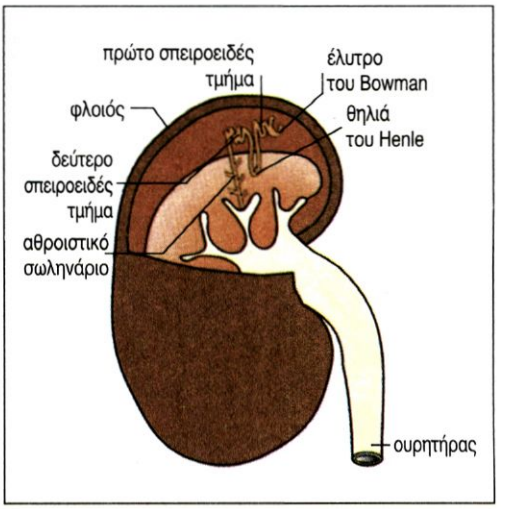
εικ. 6.4 Νεφρικό σωληνάριο ή νεφρώνας

λύτερο σωλήνα, που ονομάζεται **αθροιστικό σωληνάριο** και καταλήγει σε μία από τις νεφρικές πυραμίδες. Στην εικ.6.5 φαίνεται η θέση των νεφρώνων στο εσωτερικό των νεφρών, και πρέπει να παρατηρηθεί ότι οι σπειροειδείς περιοχές των νεφρώνων βρίσκονται στο φλοιό, ενώ οι περιοχές με σχήμα θηλιάς στο μυελό.

Δύο είναι οι σημαντικές λειτουργίες των νεφρώνων:

1. Η διήθηση του πλάσματος από το αγγειώδες σπείραμα προς το έλυτρο του Bowman.

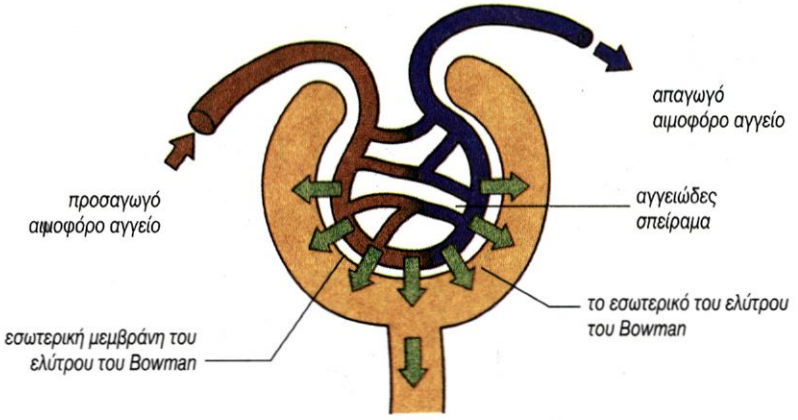
2. Η εκλεκτική επαναρρόφηση συστατικών από τα τριχοειδή αγγεία που περιβάλλουν τους νεφρώνες.



εικ. 6.5 Η θέση των νεφρώνων στους νεφρούς

Διήθηση

Διήθηση είναι η διαδικασία διαχωρισμού συστατικών με διαφορετικό μέγεθος, και στη συγκεκριμένη περίπτωση αφορά μικρά μόρια και ιόντα. Στην εικ.6.6 φαίνεται η διαδικασία της διήθησης στους νεφρώνες. Τα τριχοειδή του αγγειώδους σπειράματος και η εσωτερική επιφάνεια του ελύτρου του Bowman έχουν μικρούς πόρους. Το αίμα στο αγγειώδες σπείραμα έχει υψηλή πίεση, λόγω της οποίας τα συστατικά του πλάσματος ωθούνται προς το έλυτρο του Bowman. Το μίγμα των μικρών μορίων που σχηματίζεται εκεί ονομάζεται **διήθημα** ή πρόουρο, το οποίο φυσιολογικά περιέχει αμινοξέα, γλυκόζη, άλατα και ουρία διαλυμένα σε νερό. Οι πρωτεΐνες και τα ερυθροκύτταρα, λόγω μεγέθους, παραμένουν στο αίμα.



εικ. 6.6 Διήθηση μεταξύ αγγειώδους σπειράματος και ελύτρου του Bowman

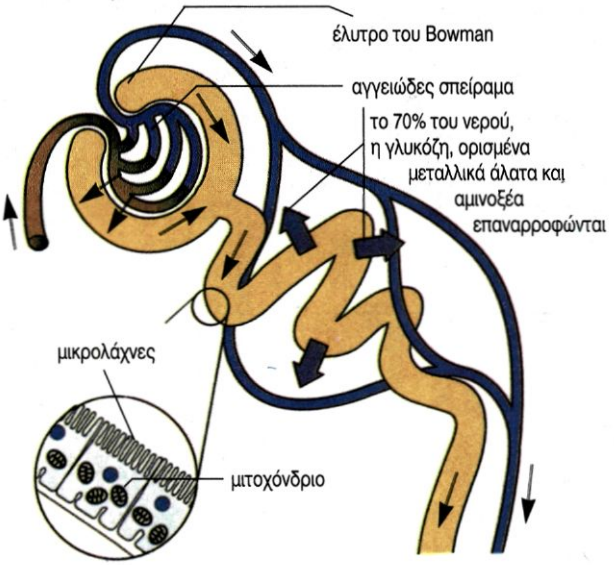
Εκλεκτική επαναρρόφηση

Πρώτο σπειροειδές τμήμα του νεφρώνα

Τα απαγωγά αγγεία από το αγγειώδες σπείραμα σχηματίζουν ένα δεύτερο δίκτυο τριχοειδών γύρω από το πρώτο σπειροειδές τμήμα του νεφρώνα. (εικ.6.7). Τα κύτταρα της εσωτερικής επιφάνειας του νεφρώνα στην περιοχή αυτή απορροφούν χρήσιμα συστατικά από το διήθημα όπως γλυκόζη και αμινοξέα, και τα επαναφέρουν στην κυκλοφορία του αίματος (εικ.6.8).

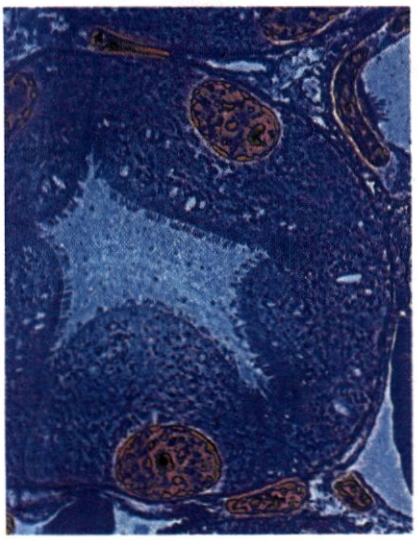
Στην εικόνα 6.7 φαίνονται επίσης τα ποσοστά των διάφορων μορίων, που φυσιολογικά απορροφώνται από το πρόουρο με αυτή την διαδικασία.

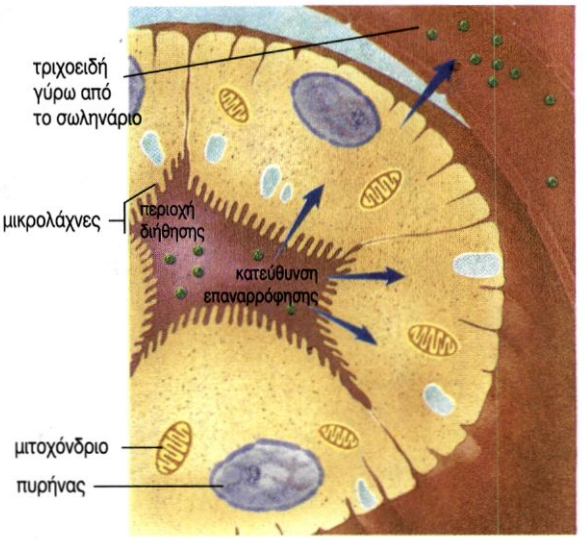
Ο πίνακας 6.3 δείχνει πώς η δομή των νεφρών διευκολύνει τη διαδικασία της εκλεκτικής επαναρρόφησης.



εικ. 6.7 Το πρώτο τμήμα του νεφρώνα, όπου διακρίνεται σε μεγέθυνση το εσωτερικό τοίχωμα του πρώτου σπειροειδούς τμήματος του νεφρώνα

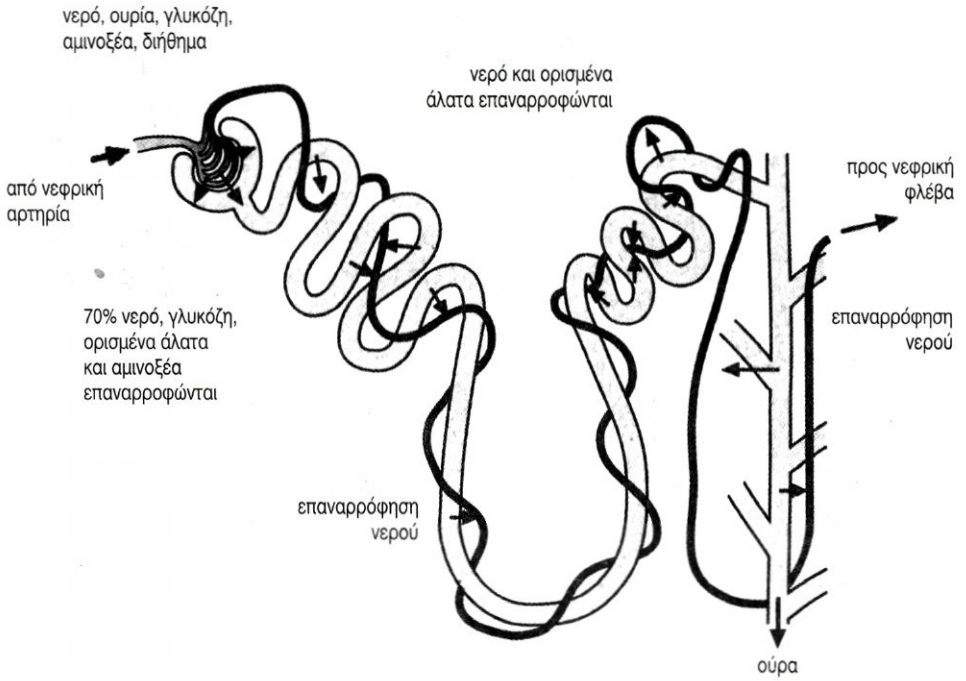
εικ. 6.8 Το πρώτο σπειροειδές τμήμα του νεφρώνα σε τομή





Πίνακας 6.3: Πώς επιτυγχάνεται η διαδικασία εκλεκτικής επαναρρόφησης στους νεφρούς

Δομή	**Αποτέλεσμα**
Τα νεφρικά σωληνάρια έχουν μεγάλο μήκος	Υπάρχει μεγάλη επιφάνεια για επαναρρόφηση
Τα νεφρικά σωληνάρια είναι περιελιγμένα (σπειροειδή)	Σωληνάρια μεγάλου μήκους καταλαμβάνουν μικρό χώρο
Κάθε νεφρός έχει πάνω από ένα εκατομμύριο νεφρώνες	Υπάρχει τεράστια επιφάνεια για επαναρρόφηση
Τα κύτταρα της εσωτερικής επιφάνειας των σωληναρίων έχουν μικρολάχνες	Αυξάνεται η επιφάνεια στο εσωτερικό τοίχωμα των σωληναρίων
Τα κύτταρα των τοιχωμάτων των σωληναρίων έχουν πολλά μιτοχόνδρια	Τα μιτοχόνδρια παράγουν ATP, το οποίο παρέχει την ενέργεια, για να διεξαχθεί η διαδικασία της επαναρρόφησης



εικ. 6.9 Διήθηση και εκλεκτική επαναρρόφηση κατά μήκος του νεφρώνα

Θηλιά του Henle

Στη θηλιά του Henle γίνεται ενεργητική απορρόφηση ιόντων από το διήθημα. Αυτό διευκολύνει την επαναρρόφηση νερού στο δεύτερο σπειροειδές τμήμα του νεφρώνα και στο αθροιστικό σωληνάριο.

Δεύτερο σπειροειδές τμήμα

Το δεύτερο σπειροειδές τμήμα του νεφρώνα και το αθροιστικό σωληνάριο περιβάλλονται από ένα δίκτυο τριχοειδών. Η σημαντικότερη λειτουργία της περιοχής αυτής είναι η επαναρρόφηση νερού. Το ποσό του νερού που επαναρροφάται εξαρτάται από την ποσότητα νερού στο αίμα. Στην εικ.6.9 περιγράφεται σχηματικά, η διαδικασία της επαναρρόφησης σε όλο το μήκος του νεφρώνα. Πρέπει να παρατηρηθεί ότι η ουρία δεν επαναρροφάται από το διήθημα.

Γνωρίζετε ότι:

Το συνολικό μήκος των νεφρικών σωληναρίων των νεφρών είναι περίπου 16 km και των αιμοφόρων αγγείων τους 160 km.

Σχηματισμός των ούρων

Μετά τη διαδικασία της επαναρρόφησης τα συστατικά που απέμειναν, δηλαδή νερό και επιβλαβείς ουσίες, αποτελούν τα ούρα, τα οποία από το αθροιστικό σωληνάριο οδηγούνται στη νεφρική πύελο και στη συνέχεια στους ουρητήρες και στην ουροδόχο κύστη. Επιβλαβή συστατικά που αποβάλλονται με τα ούρα είναι : ουρικό οξύ, ουρία, ανόργανα άλατα κτλ.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση των ούρων είναι η δίαιτα, η άσκηση και ο καιρός.

Δίαιτα: Δίαιτα πλούσια σε πρωτεϊνες αυξάνει τη συγκέντρωση ουρίας στα ούρα, που οφείλεται στην απομάκρυνση του αζώτου από την περίσσεια των αμινοξέων. Υπερβολική πρόσληψη νερού έχει ως αποτέλεσμα περισσότερα ούρα. Το ίδιο αποτέλεσμα έχουμε μετά την κατανάλωση αλκοόλ, καφέ, ποτών τύπου cola κ.ά.

Άσκηση: Με την άσκηση μειώνεται η ποσότητα των ούρων λόγω της απώλειας νερού με την εφίδρωση.

Καιρός : Με το κρύο η εφίδρωση μειώνεται και αυξάνεται η ποσότητα των ούρων. Το αντίστροφο συμβαίνει με τη ζέστη.

Στον πίνακα 6.4 αναφέρονται τα κυριότερα συστατικά του πλάσματος, του διηθήματος (πρόουρου) και των ούρων. Μελετώντας τον πίνακα και σε συνδυασμό με τα γεγονότα που λαμβάνουν χώρα στους νεφρώνες μπορεί να δικαιολογηθεί η σύσταση των τριών υγρών.

Εάν για κάποιο λόγο οι νεφρώνες δε λειτουργούν επαρκώς, ο οργανισμός δεν μπορεί πλέον να ρυθμίσει ούτε την ποσότητα ούτε τη σύσταση του αίματος. Εάν δε ληφθούν μέτρα, επέρχεται ο θάνατος. Η δυσλειτουργία αυτή των νεφρών ονομάζεται **νεφρική ανεπάρκεια** και αντιμετωπίζεται με καθαρισμό του αίματος σε μονάδα τεχνητού νεφρού ή με μεταμόσχευση νεφρού.

Πίνακας 6.4: Συγκέντρωση σημαντικών συστατικών στο πλάσμα, στο διήθημα (πρόουρο) και στα ούρα

	Συγκέντρωση σε gr/l		
Συστατικά	**Πλάσμα**	**Διήθημα (πρόουρο)**	**Ούρα**
Νερό	91.00	99.00	96.00 (μεταβλητό)
Ουρία	0.03	0.03	3.00
Γλυκόζη	0.10	0.10	0.00
Άλατα	0.40	0.70	1.20 (μεταβλητό)
Πρωτεΐνες	8.00	0.00	0.00

Μεταμόσχευση νεφρού

Με τον όρο μεταμόσχευση νεφρού εννοούμε τη λήψη ενός νεφρού από υγιές άτομο (δότη) και την τοποθέτησή του σε άτομο που πάσχει από νεφρική ανεπάρκεια (δέκτη). Η χειρουργική αυτή διαδικασία είναι απλή, στη συνέχεια όμως μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα, από τη στιγμή που τα λευκοκύτταρα του δέκτη αναγνωρίσουν ως ξένο σώμα το νεφρό του δότη και αρχίσουν να στρέφονται εναντίον του, με αποτέλεσμα την απόρριψη του οργάνου.

Η πιθανότητα απόρριψης του νεφρού μειώνεται με τον έλεγχο ιστοσυμβατότητας και τη χορήγηση φαρμάκων που καταστέλλουν τη δράση των λευκοκυττάρων (ανοσοκατασταλτικά).

Ουρολοιμώξεις

Οι πιο συνηθισμένες βακτηριακές μολύνσεις του ουροποιητικού συστήματος στις γυναίκες είναι οι ουρολοιμώξεις. Το μήκος της ουρήθρας στις γυναίκες είναι 4cm ενώ του άνδρα φτάνει τα 20cm. Η μικρότερη σε μήκος ουρήθρα επιτρέπει στα βακτήρια να φτάσουν στην ουροδόχο κύστη ευκολότερα. Επιπλέον, η θέση της εξόδου της γυναικείας ουρήθρας, που βρίσκεται κοντά στον πρωκτό, καθιστά εύκολη τη μετανάστευση μικροβίων από τον πρωκτό προς αυτήν.

Τα συμπτώματα της μόλυνσης εμφανίζονται 24-48 ώρες μετά την είσοδο των μικροβίων. Όταν η μόλυνση εντοπίζεται στην ουροδόχο κύστη, ονομάζεται ***κυστίτιδα****. Εάν, μέσω των ουρητήρων, προχωρήσει στους νεφρούς, έχουμε την* ***πυελονεφρίτιδα,*** *που είναι πολύ σοβαρότερη.*

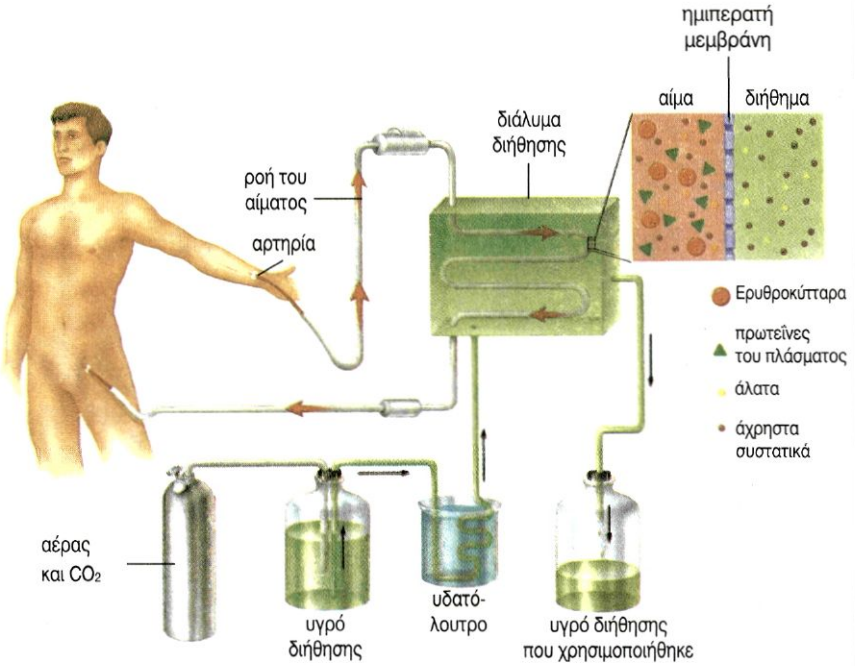
Η προσωπική υγιεινή είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για την πρόληψη των ουρολοιμώξεων. Θα πρέπει να αποφεύγεται η μεταφορά βακτηρίων από τον πρωκτό στην ουρήθρα, με το σωστό σκούπισμα της περιοχής, από εμπρός προς τα πίσω, και με το πλύσιμο των χεριών αμέσως μετά.

Το αίμα της περιόδου αποτελεί άριστο υλικό για την ανάπτυξη των βακτηρίων. Για το λόγο αυτό οι σερβιέτες θα πρέπει να αλλάζονται συχνά, με πλύσιμο των χεριών πριν και μετά την αλλαγή.

Η πιθανότητα μόλυνσης μειώνεται με τη χρήση βαμβακερών και ευρύχωρων ενδυμάτων, που διατηρούν την περιοχή στεγνή και δροσερή.

Αιμοκάθαρση - Τεχνητός νεφρός

Όταν ένα άτομο έχει νεφρική ανεπάρκεια και για διάφορους λόγους δε μπορεί να υποβληθεί σε μεταμόσχευση νεφρού, τότε είναι απαραίτητο να κάνει αιμοκάθαρση σε μονάδα τεχνητού νεφρού.
Κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης το αίμα του ασθενούς περνά διά μέσου ενός ημιπερατού μεμβρανώδους σωλήνα, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με ένα ρυθμιστικό διάλυμα αλάτων. Ουσίες που βρίσκονται σε μεγάλη συγκέντρωση στο αίμα διαχέονται προς το ρυθμιστικό διάλυμα και ουσίες που βρίσκονται σε μεγάλη συγκέντρωση στο ρυθμιστικό διάλυμα διαχέονται προς το αίμα. Επομένως, με τον τεχνητό νεφρό μπορεί να απομακρυνθούν οι τοξικές ουσίες από το αίμα, όπως η ουρία, αλλά και να εισαχθούν ουσίες σ' αυτό, όπως ιόντα, προκειμένου να ρυθμιστεί η οξύτητά του. Συνήθως, η διαδικασία της αιμοκάθαρσης είναι απαραίτητο να γίνεται δύο φορές την εβδομάδα.



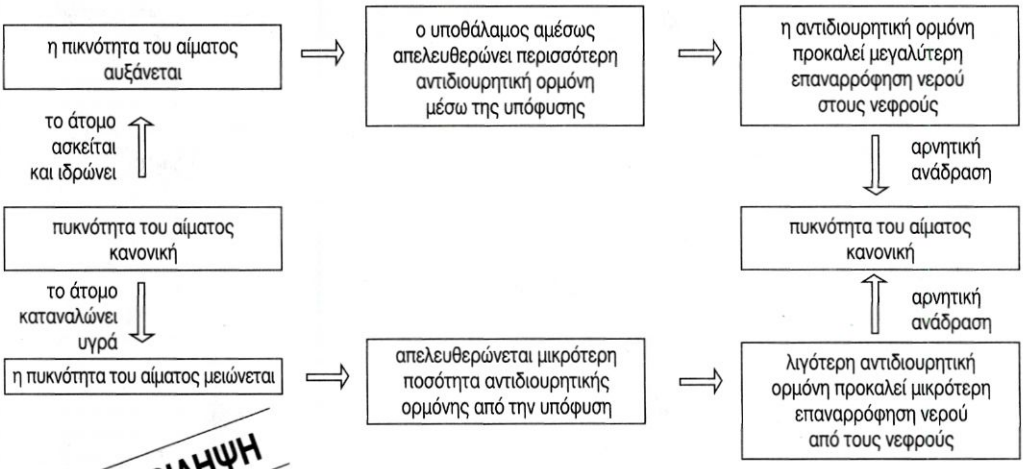
ΩΣΜΩΡΡΥΘΜΙΣΗ

Ωσμωρρύθμιση είναι η λειτουργία με την οποία ελέγχεται η συγκέντρωση των υγρών του σώματος με τη ρύθμιση της ποσότητας νερού και αλάτων που περιέχονται στο αίμα.

Εάν ένα άτομο χάσει νερό, για παράδειγμα ύστερα από έντονη σωματική άσκηση, θα συμβούν τα εξής:

1. Το αίμα του θα γίνει πυκνότερο
2. Αυτό γίνεται αμέσως αντιληπτό από τον υποθάλαμο.
3. Ο υποθάλαμος παράγει την **αντιδιουρητική ορμόνη**, η οποία απελευθερώνεται στο αίμα μέσω της υπόφυσης.
4. Η ορμόνη αυτή, μέσω της κυκλοφορίας, φτάνει στους νεφρούς και προκαλεί αύξηση της διαπερατότητας των νεφρικών σωληναρίων.
5. Περισσότερο νερό επαναρροφάται από το διήθημα.
6. Παράγονται λιγότερα ούρα.
7. Το αίμα αραιώνει

Τα παραπάνω γεγονότα φαίνονται διαγραμματικά στην εικ. 6.10, όπως φαίνεται και το αντίστροφο, που συμβαίνει όταν κάποιος έχει προσλάβει πολλά υγρά.



εικ. 6.10 Η διαδικασία της ωσμωρρύθμισης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Απέκκριση είναι η διαδικασία αποβολής τοξικών ουσιών από τον οργανισμό.

Το ουροποιητικό σύστημα αποτελείται από τους νεφρούς, τους ουρητήρες, την ουροδόχο κύστη και την ουρήθρα.

Δύο είναι οι κυριότερες περιοχές των νεφρών, ο φλοιός εξωτερικά και ο μυελός εσωτερικά.

Η λειτουργική μονάδα του νεφρού είναι το νεφρικό σωληνάριο ή νεφρώνας. Αυτός αποτελείται από το έλυτρο του Bowman, το πρώτο σπειροειδές τμήμα, τη θηλιά του Henle και το δεύτερο σπειροειδές τμήμα, που οδηγεί στο αθροιστικό σωληνάριο. Το αγγειώδες σπείραμα είναι ένας κόμβος τριχοειδών, που περιβάλλει το έλυτρο του Bowman

Στους νεφρούς το αίμα διηθείται, αλλά όσα από τα συστατικά του είναι χρήσιμα επαναρροφώνται από τα αγγεία, ενώ τα υπόλοιπα αποβάλλονται με τα ούρα.

Η αντιδιουρητική ορμόνη ρυθμίζει την ποσότητα του νερού στα ούρα.

Ωσμωρρύθμιση είναι η διατήρηση σταθερής ωσμωτικής πίεσης στα υγρά του σώματος.

ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΗ

Η διατήρηση σταθερού εσωτερικού περιβάλλοντος στον οργανισμό του ανθρώπου ονομάζεται **ομοιόσταση.** Αυτή επιτυγχάνεται με τον έλεγχο της ποσότητας νερού και της συγκέντρωσης της γλυκόζης στο αίμα, με τον έλεγχο της θερμοκρασίας του σώματος, και της χημικής σύστασης των κυττάρων κ.ά.

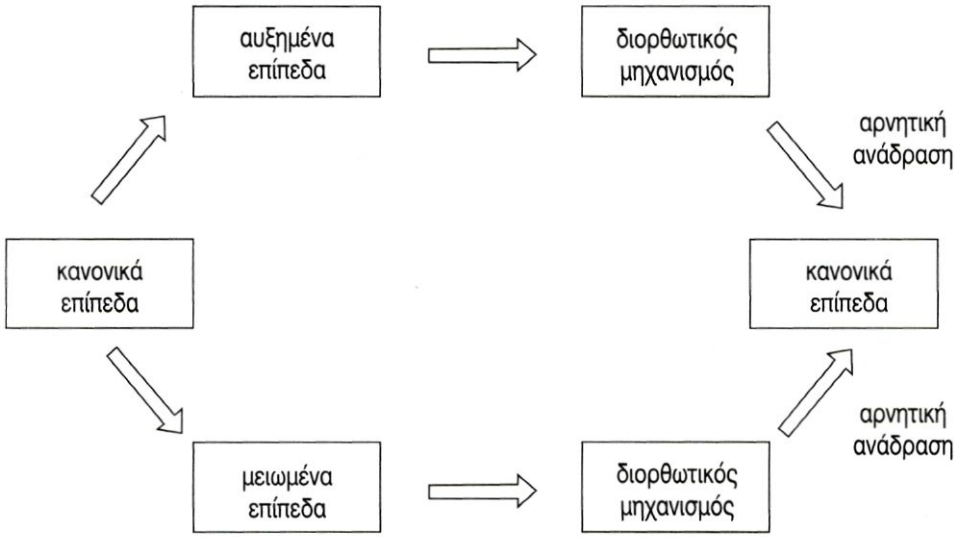
Αρνητική ανάδραση

Όταν ένας παράγοντας που επηρεάζει το εσωτερικό περιβάλλον του οργανισμού παρεκκλίνει από τα κανονικά επίπεδα, τότε ειδικοί υποδοχείς αντιλαμβάνονται την αλλαγή. Τελικά, μέσω νευρικών ή ορμονικών μηνυμάτων ενεργοποιούνται οι κατάλληλοι διορθωτικοί μηχανισμοί, που με τη δράση τους επαναφέρουν τον παράγοντα αυτό στα κανονικά επίπεδα. Αυτός ο διορθωτικός μηχανισμός ονομάζεται **αρνητική ανάδραση**.

Στην εικ.6.11 δίνεται σχηματικά ο ομοιοστατικός μηχανισμός.

Στο άνω μέρος του διαγράμματος φαίνεται τι θα μπορούσε να συμβεί εάν ένας εσωτερικός παράγοντας μεταβληθεί και ξεπεράσει τα κανονικά επίπεδα. Αμέσως ενεργοποιείται ο διορθωτικός μηχανισμός του σώματος, που κάνει την αντίθετη (αρνητική) δράση. Ως αποτέλεσμα ο παράγοντας επανέρχεται στα κανονικά επίπεδα. Στο κάτω μέρος του διαγράμματος φαίνεται τι μπορεί να συμβεί εάν ο ίδιος παράγοντας πέσει κάτω από τα κανονικά επίπεδα. Τότε ενεργοποιείται ο διορθωτικός μηχανισμός του σώματος, προκαλεί το αντίθετο αποτέλεσμα και επαναφέρει τον παράγοντα στα κανονικά του επίπεδα.

εικ. 6.11 Ομοιοστατικός μηχανισμός



Ρύθμιση της συγκέντρωσης της γλυκόζης στο αίμα

Φυσιολογικά η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα κυμαίνεται μεταξύ 80 και 110 mg ανά 100 ml. και ρυθμίζεται από το πάγκρεας με τη συνεργασία του ήπατος. Στο πάγκρεας υπάρχουν ομάδες ειδικών κυττάρων, τα **νησίδια του Langerhans,** τα οποία εκκρίνουν τις ορμόνες γλυκαγόνη και ινσουλίνη.

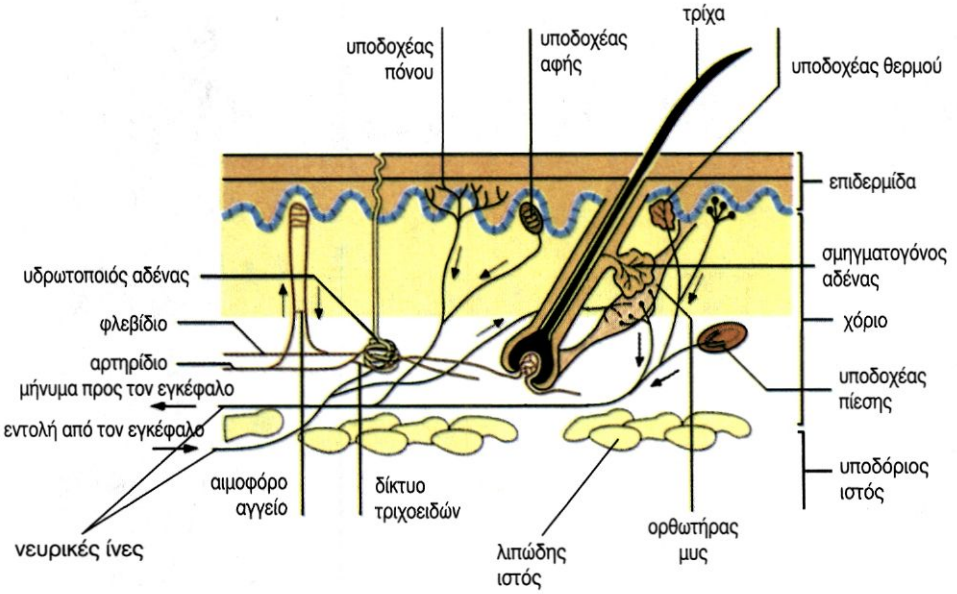
- Όταν η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα αυξάνεται, συνήθως μετά από ένα γεύμα, απελευθερώνεται περισσότερη **ινσουλίνη**. Η ινσουλίνη φτάνοντας στο ήπαρ προκαλεί τη μετατροπή της γλυκόζης σε γλυκογόνο με αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσής της στο αίμα.

- Όταν η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα μειώνεται, παράγεται **γλυκαγόνη**, η οποία ανεβάζει τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα με τη μετατροπή του γλυκογόνου, που βρίσκεται στο ήπαρ, σε γλυκόζη.

Ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος

Οι άνθρωποι, ως ομοιόθερμοι οργανισμοί, έχουν σταθερή εσωτερική θερμοκρασία περίπου 37°C. Κάθε σημαντική μεταβολή στη θερμοκρασία αυτή θα είχε καταστροφικές συνέπειες για τον οργανισμό, αφού επηρεάζει τη δράση των ενζύμων, άρα πολλές και σημαντικές μεταβολικές πορείες. Σημαντικό ρόλο στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στο σώμα μας παίζει το δέρμα μας, του οποίου η πολύπλοκη δομή φαίνεται στην εικ.6.12. Στον πίνακα 6.5. φαίνονται η δομή και οι λειτουργίες του δέρματος.

εικ. 6.12 Δομή του δέρματος



Πίνακας 6.5: Δομή και λειτουργίες του δέρματος

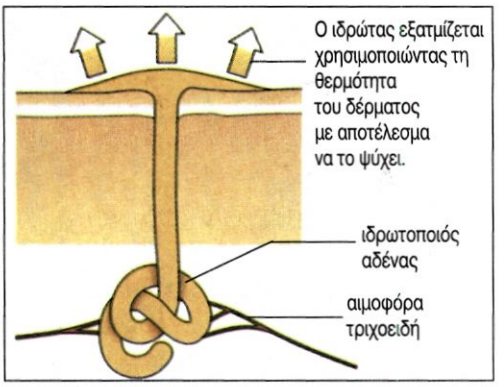
Δομή	**Λειτουργίες**
1. **Επιδερμίδα**	
Κερατίνη στιβάδα	Αποτελείται από κύτταρα νεκρά, που περιέχουν κερατίνη. Προστατεύει τους υποκείμενους ιστούς από την τριβή, εμποδίζει την απώλεια νερού και την είσοδο μικροοργανισμών. Αντικαθίσταται συνεχώς από κύτταρα της προηγούμενης στιβάδας.
Μητρική στιβάδα	Μια στιβάδα κυττάρων που διαιρούνται συνεχώς, προκειμένου να αντικαταστήσουν τα επιφανειακά κύτταρα. Περιέχουν μελανίνη για την προστασία του δέρματος από την υπεριώδη ακτινοβολία.
2. **Χόριο**	
Ιδρωτοποιοί αδένες	Απορροφούν νερό και ανόργανα άλατα από τα τριχοειδή που τους περιβάλλουν και το εκκρίνουν στην επιφάνεια του δέρματος, συμβάλλοντας στην ωσμωρρύθμιση και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας.
Αγγεία	Μεταφέρουν αίμα στο δέρμα και συμμετέχουν στη ρύθμιση της θερμοκρασίας.
Τρίχες και ορθωτήρες μύες	Συμμετέχουν στη ρύθμιση της θερμοκρασίας.
Σμηγματογόνοι αδένες	Εκκρίνουν σμήγμα, το οποίο προστατεύει το δέρμα, το καθιστά αδιάβροχο και εμποδίζει την ανάπτυξη των βακτηρίων.
Υποδοχείς	Ειδικοί για τη θερμοκρασία, τον πόνο, την αφή και την πίεση.
3. **Υποδόριος ιστός**	Στιβάδα λιποκυττάρων. Επιβραδύνει τις απώλειες θερμότητας.

Όταν ένα άτομο βρεθεί σε περιβάλλον με θερμοκρασία μεγαλύτερη των 37°C, αμέσως υποδοχείς του δέρματος ευαίσθητοι στη θερμοκρασία, θερμοϋποδοχείς, ανιχνεύουν την αλλαγή και μεταβιβάζουν, μέσω νευρικών κυττάρων, την πληροφορία στον εγκέφαλο. Ο εγκέφαλος επεξεργάζεται την πληροφορία και ενεργοποιεί τους ιδρωτοποιούς αδένες, για να αυξήσουν την παραγωγή ιδρώτα (εικ.6.13). Η εξάτμιση του ιδρώτα συμβάλλει στη μείωση της θερμοκρασίας του σώματος. Μείωση της θερμοκρασίας μπορεί επίσης να

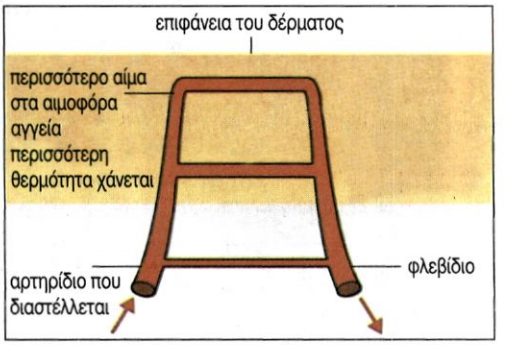
επιτευχθεί με τη διαστολή των αιμοφόρων αγγείων του δέρματος (εικ.6.14). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη ροή του αίματος και την απελευθέρωση θερμότητας. Άλλοι μηχανισμοί μείωσης της θερμοκρασίας είναι η ελάττωση του μεταβολικού ρυθμού και του μυϊκού τόνου (βλ. σελ. 145).

Αντίθετα, όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη των 37°C, ο οργανισμός αντιδρά με μείωση της εφίδρωσης, συστολή των αιμοφόρων αγγείων του δέρματος, αύξηση του μεταβολικού ρυθμού και του μυϊκού τόνου.

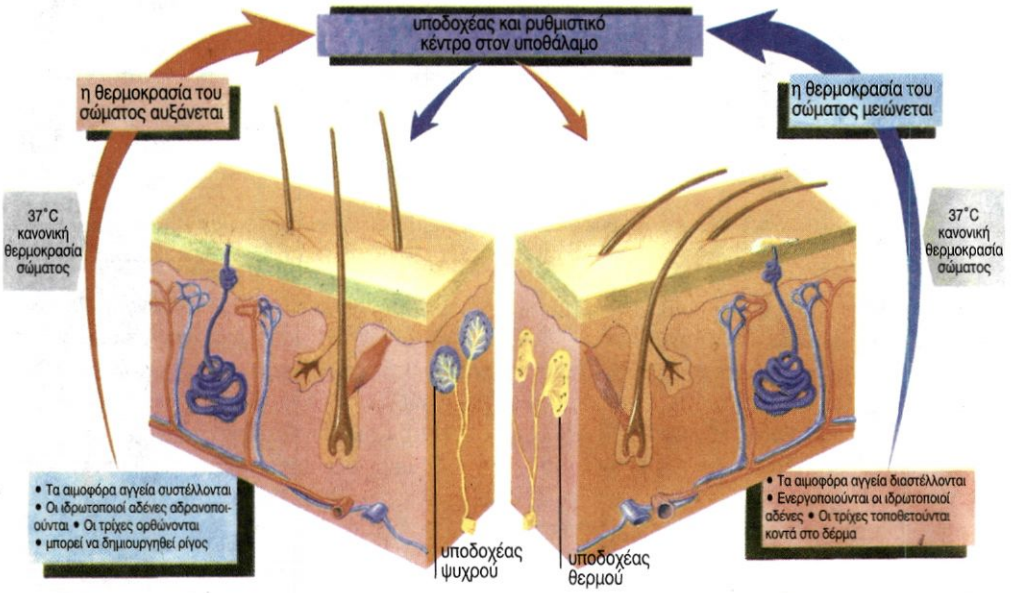
Ο υποθάλαμος του εγκεφάλου λειτουργεί σαν θερμοστάτης και είναι ευαίσθητος στις μεταβολές της θερμοκρασίας του αίματος. Όταν η θερμοκρασία του αίματος πέφτει, ο υποθάλαμος στέλνει μήνυμα στα όργανα του σώματος προκειμένου να μειώσουν την απώλεια θερμότητας. Το αντίστροφο συμβαίνει, όταν η θερμοκρασία του αίματος αυξάνεται (εικ.6.15).



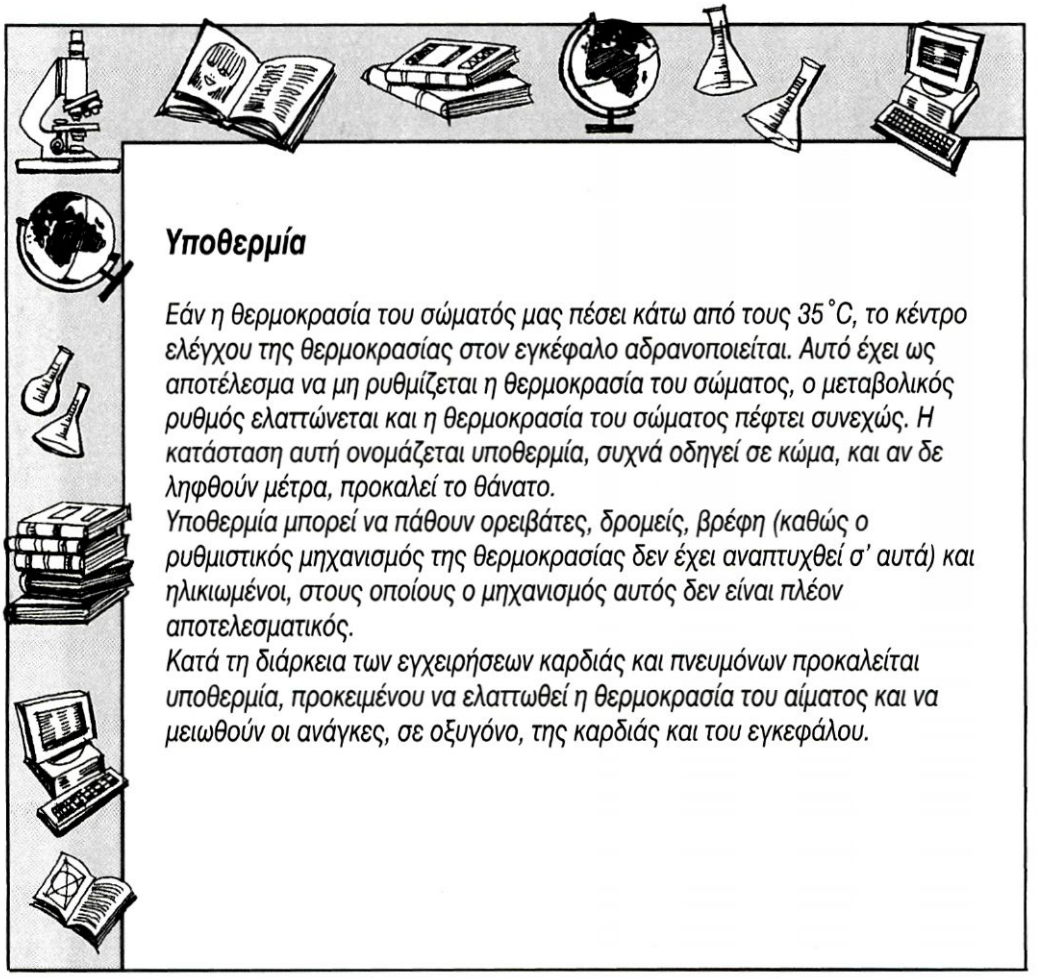
εικ. 6.13 Εφίδρωση



εικ. 6.14 Συμβολή των αιμοφόρων αγγείων του δέρματος στην απώλεια θερμότητας



εικ. 6.15 Ο ρόλος του δέρματος στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος



Υποθερμία

Εάν η θερμοκρασία του σώματός μας πέσει κάτω από τους 35 °C, το κέντρο ελέγχου της θερμοκρασίας στον εγκέφαλο αδρανοποιείται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μη ρυθμίζεται η θερμοκρασία του σώματος, ο μεταβολικός ρυθμός ελαττώνεται και η θερμοκρασία του σώματος πέφτει συνεχώς. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται υποθερμία, συχνά οδηγεί σε κώμα, και αν δε ληφθούν μέτρα, προκαλεί το θάνατο.

Υποθερμία μπορεί να πάθουν ορειβάτες, δρομείς, βρέφη (καθώς ο ρυθμιστικός μηχανισμός της θερμοκρασίας δεν έχει αναπτυχθεί σ' αυτά) και ηλικιωμένοι, στους οποίους ο μηχανισμός αυτός δεν είναι πλέον αποτελεσματικός.

Κατά τη διάρκεια των εγχειρήσεων καρδιάς και πνευμόνων προκαλείται υποθερμία, προκειμένου να ελαττωθεί η θερμοκρασία του αίματος και να μειωθούν οι ανάγκες, σε οξυγόνο, της καρδιάς και του εγκεφάλου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ομοιόσταση είναι η διατήρηση σταθερού εσωτερικού περιβάλλοντος στον οργανισμό.

Αρνητική ανάδραση είναι ένας ρυθμιστικός μηχανισμός, ο οποίος σε κάθε παρέκκλιση κάποιου παράγοντα από τις κανονικές συνθήκες ενεργοποιείται με αποτέλεσμα την επαναφορά στο κανονικό.

Τα νησίδια του Langerhans είναι ομάδες κυττάρων του παγκρέατος, που εκκρίνουν ινσουλίνη και γλυκαγόνη. Η ινσουλίνη είναι μία ορμόνη που ελαττώνει τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα. Η γλυκαγόνη είναι μία ορμόνη που αυξάνει τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα.

Το δέρμα συμμετέχει στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, ενώ ο υποθάλαμος είναι ο θερμοστάτης του σώματος.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να ερμηνευτούν οι όροι απέκκριση και ωσμωρρύθμιση.
   Ποιος είναι ο ρόλος του νεφρού
   (α) ως απεκκριτικού οργάνου
   (β) ως οργάνου ωσμωρρύθμισης

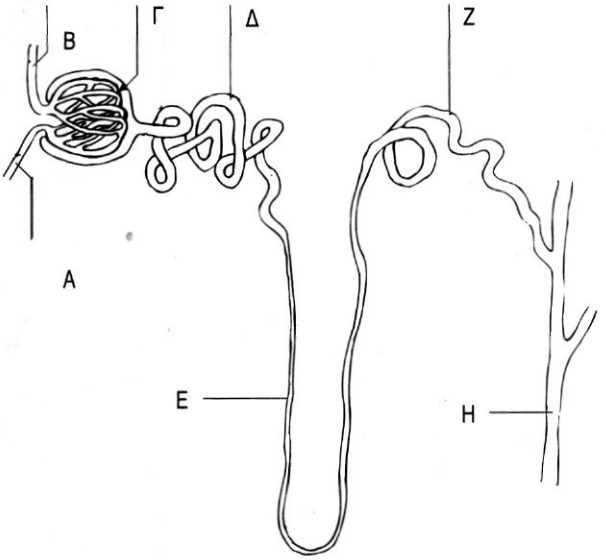
2. Ποιο από τα συστατικά της στήλης Α βρίσκεται σε καθένα από τα υγρά της στήλης Β.

Α	Β
πρωτεΐνες	αίμα εισερχόμενο στους νεφρούς
γλυκόζη	αίμα απερχόμενο από τους νεφρούς
ουρία	διήθημα από το έλυτρο του Bowman
	ούρα

3. Να δικαιολογήσετε γιατί τα ερυθροκύτταρα και οι πρωτεΐνες του αίματος δεν αποτελούν συστατικά του διηθήματος.

4. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ ουρίας και ούρων.

5. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η δομή ενός νεφρώνα
   (α) Να ονομάσετε τις περιοχές: Ε & Η
   (β) Να προσδιορίσετε τα γράμματα τα οποία αντιστοιχούν στις περιοχές :
      (i) διήθησης
      (ii) επαναρρόφησης νερού
      (iii) ρύθμισης της ποσότητας του νερού που επαναρροφάται
      (iv) επαναρρόφησης των αμινοξέων.



6. Να εξηγήσετε τις διαφοροποιήσεις στη σύσταση των ούρων στις παρακάτω περιπτώσεις:
   α. Σε ζεστό, ξηρό καιρό
   β. Κατά την άσκηση
   γ. Όταν έχουμε δίαιτα πλούσια σε πρωτεΐνες.

7. Ο παρακάτω πίνακας δίνει στοιχεία που αφορούν τους νεφρούς του ανθρώπου.

Ταχύτητα της ροής του αίματος στους νεφρούς	Ταχύτητα της διήθησης στα νεφρικά σωληνάρια	Ποσότητα των ούρων που εξέρχονται από τους νεφρούς
1,2 L ανά λεπτό	0,12 L ανά λεπτό	1,5 L την ημέρα

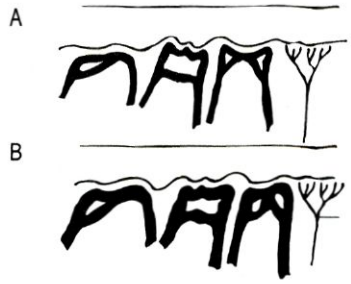
α. Υπολογίστε την ποσότητα αίματος που περνάει από τα νεφρά κάθε μέρα.
β. Υπολογίστε την ποσότητα διηθήματος που σχηματίζεται στα νεφρά κάθε μέρα.
γ. Υπολογίστε το ποσοστό του αίματος που διηθείται στους νεφρώνες.
δ. Συγκρίνετε την ποσότητα του διηθήματος που σχηματίζεται με την ποσότητα των ούρων που αποβάλλεται ημερησίως και εξηγείστε τι γίνεται η υπόλοιπη ποσότητα του διηθήματος.

	Ποσότητα ούρων	Ποσότητα ιδρώτα	Ποσότητα χλωριούχου νατρίου	
			Στα ούρα	Στον ιδρώτα
Ζεστή μέρα	0,38 L	2 L	13,5 g	6,0 g
Κανονική μέρα	1,5 L	0,5 L	18,0 g	1,5 g
Κρύα μέρα	2,0 L	0,0 L	19,5 g	0,0 g

8. Ο πίνακας παρουσιάζει την επίδραση του καιρού στη μέση ημερήσια ποσότητα ουρίας, ιδρώτα και αλάτων (χλωριούχου νατρίου) που αποβάλλονται.
Προσπαθήστε να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις, υποθέτοντας ότι η τροφή και τα υγρά που προσλαμβάνει το άτομο τις τρεις αυτές διαφορετικές ημέρες είναι ποσοτικά και ποιοτικά ίδια.
α. Γιατί την κρύα ημέρα, αποβλήθηκαν περισσότερα ούρα από ότι σε μία κανονική ημέρα;
β. Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι η ποσότητα αλάτων που αποβλήθηκε και τις τρεις αυτές ημέρες, είναι η ίδια
γ. Ακόμα και τις ζεστές ημέρες αποβάλλεται μία, μικρή έστω, ποσότητα ούρων. Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι τα νεφρά παράγουν συνεχώς ούρα;

9. Σε περίπτωση που τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα είναι ελαττωμένα, τι περιμένουμε να συμβεί:
α) σύνθεση γλυκογόνου, β) διάσπαση γλυκογόνου, γ) και τα δύο. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας;

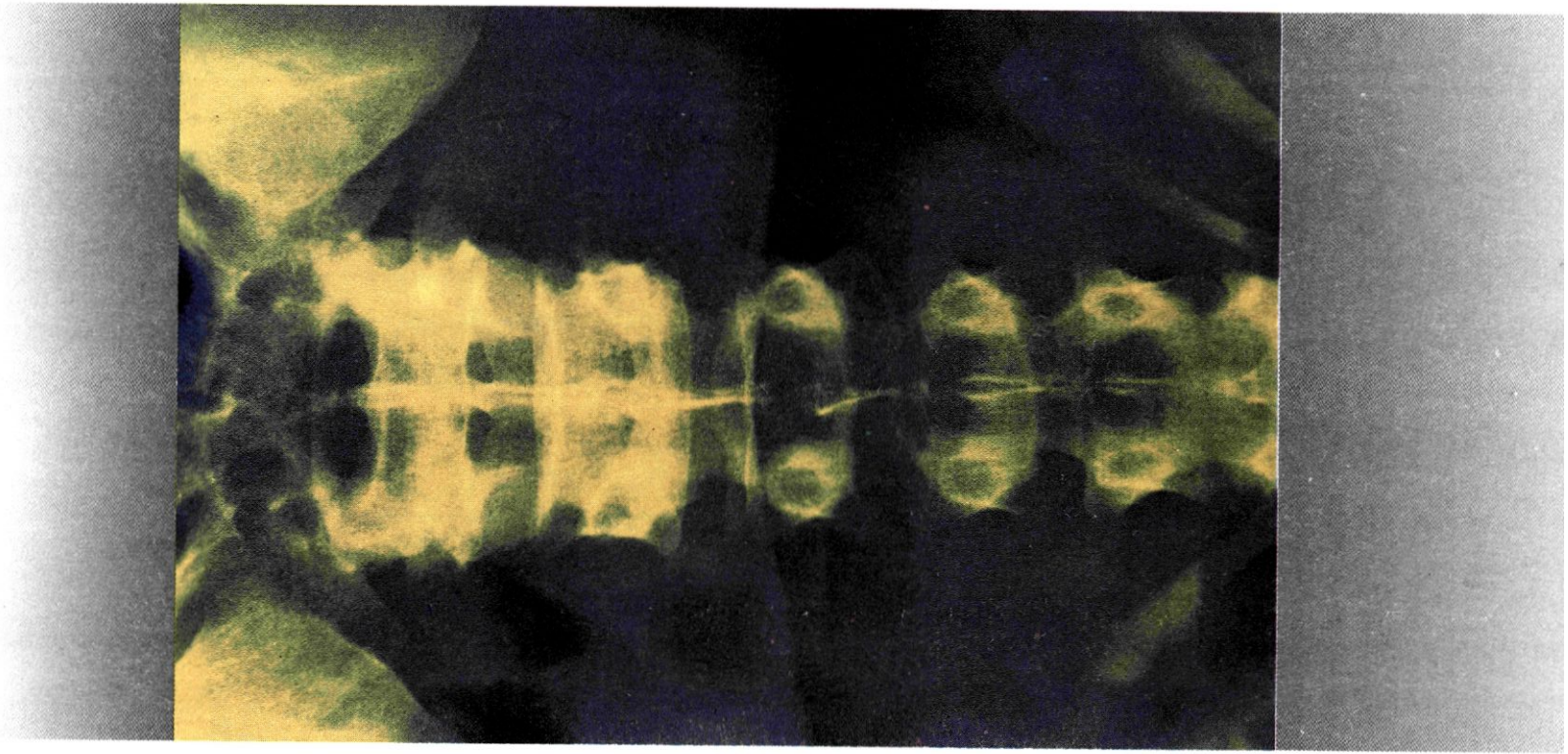
10. Τα παρακάτω διαγράμματα δείχνουν τη δομή της ανώτερης περιοχής του δέρματος (όπως φαίνεται σε τομή) κάτω από δύο διαφορετικές εξωτερικές συνθήκες, Α και Β.
α. Σε ποιες συνθήκες το δέρμα έχει περισσότερο αίμα ; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
β. Το ένα διάγραμμα δείχνει το δέρμα σε εξωτερική θερμοκρασία 5°C και το άλλο σε 25°C. Ποιο διάγραμμα δείχνει το δέρμα στους 5°C; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Θέμα για συζήτηση: Μεταμόσχευση οργάνων - Δωρητές σώματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

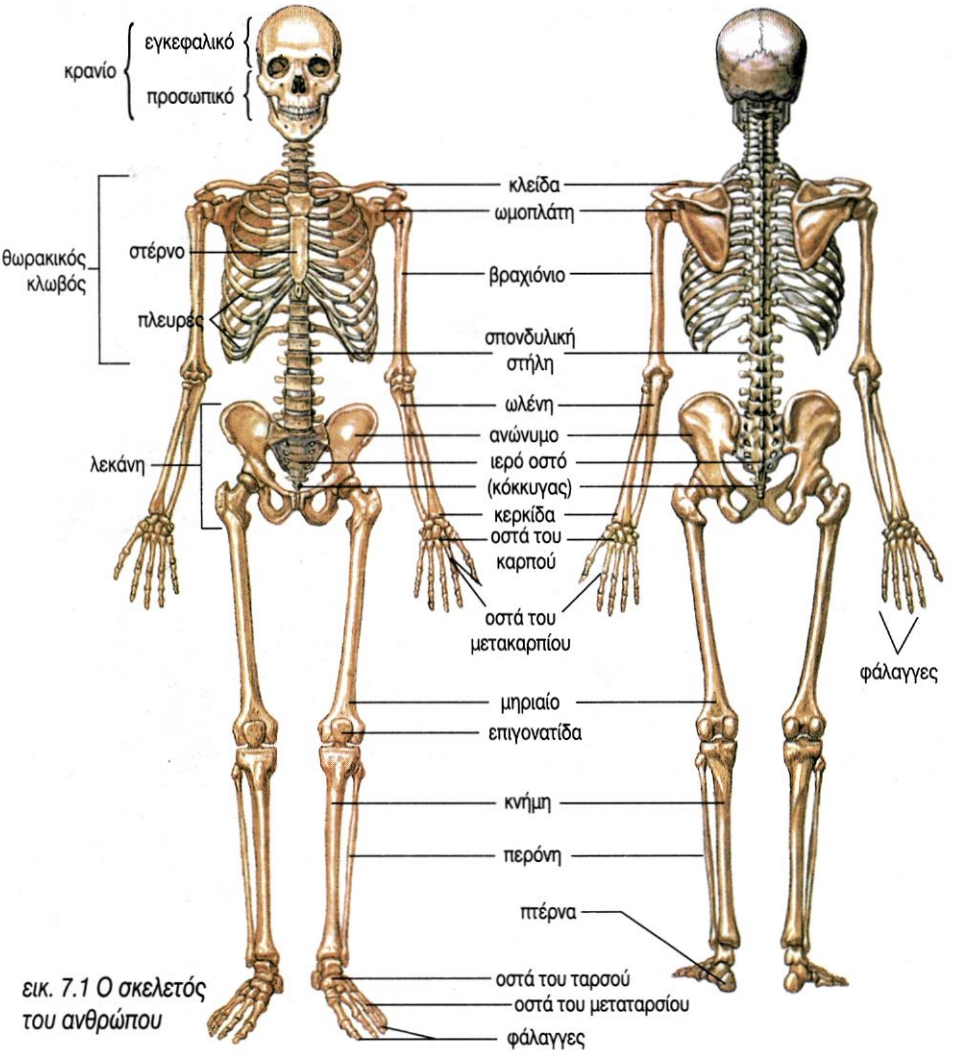


Ακτινογραφία οσφυϊκής μοίρας σπονδυλικής στήλης (χρωματικά επεξεργασμένη)

7. ΕΡΕΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το ερειστικό σύστημα περιλαμβάνει τα οστά, τα οποία συνδεόμενα στις αρθρώσεις σχηματίζουν το σκελετό (εικ. 7.1). Η λέξη σκελετός μας φέρνει συνήθως στο νου μία δομή σκληρή και ξερή. Η ίδια η λέξη προέρχεται από το αρχαίο ρήμα *σκέλλω,* που σημαίνει ξεραίνω. Ωστόσο ο σκελετός μας είναι ένας ζωντανός ιστός και έχει πολλές και σημαντικές λειτουργίες.

- Στηρίζει το σώμα και καθορίζει τη μορφή του.
- Σχηματίζει κοιλότητες, μέσα στις οποίες προστατεύονται πολύτιμα όργανα όπως ο εγκέφαλος, οι πνεύμονες κτλ.
- Συμβάλλει στην κίνηση του οργανισμού με τη συνεργασία των σκελετικών μυών.
- Έχει ρόλο αιμοποιητικό, γιατί στον ερυθρό μυελό του παράγονται τα κύτταρα του αίματος.
- Αποτελεί αποθήκη αλάτων, κυρίως ασβεστίου και φωσφόρου.



εικ. 7.1 Ο σκελετός του ανθρώπου

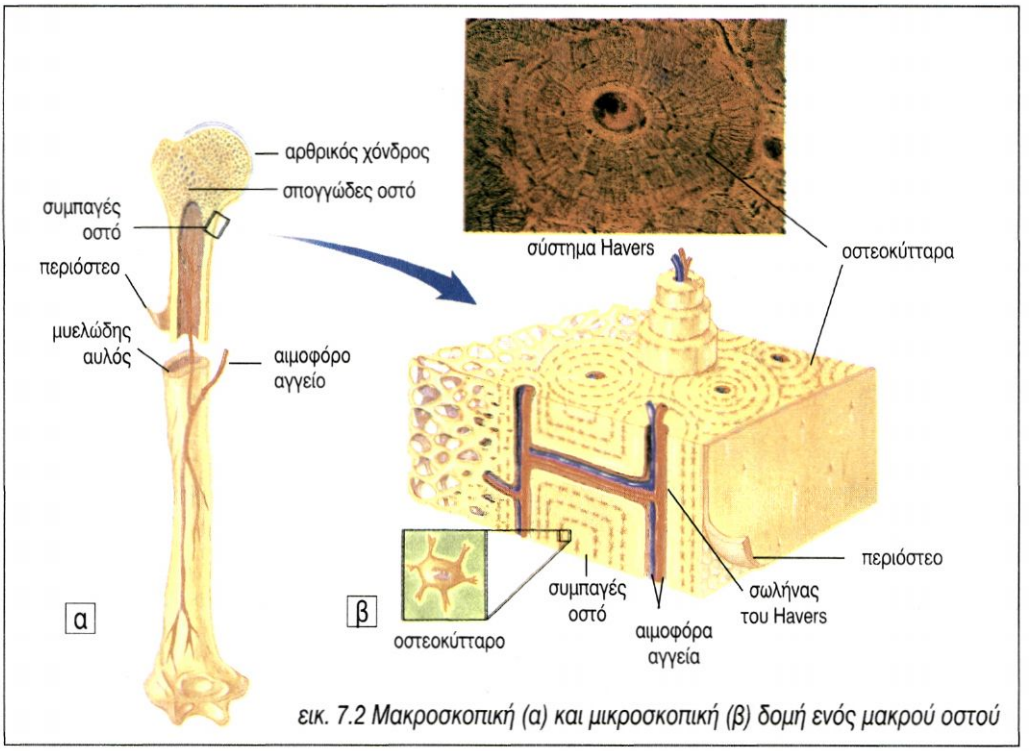
ΟΣΤΑ

Σύσταση του οστίτη ιστού

Τα οστά είναι όργανα και αποτελούνται από **οστίτη ιστό,** έναν από τους σκληρότερους ιστούς του σώματος. Ο οστίτης ιστός αποτελείται από οστεοκύτταρα και μεσοκυττάρια ουσία. Τα **οστεοκύτταρα** βρίσκονται μέσα σε κοιλότητες της μεσοκυττάριας ουσίας και παρουσιάζουν πολλές αποφυάδες. Οι αποφυάδες αυτές εκτείνονται μέσα σε μικροσκοπικά κανάλια της μεσοκυττάριας ουσίας και συνδέονται με την κυτταρική μεμβράνη των γειτονικών οστεοκυττάρων. Η **μεσοκυττάρια ουσία** αποτελείται κατά το 1/3 από οργανικά και κατά τα 2/3 από ανόργανα συστατικά. Το οργανικό μέρος του οστού συνίσταται κυρίως από ινίδια κολλαγόνου, ενώ το ανόργανο μέρος από άλατα. Τα κυριότερα άλατα είναι το φωσφορικό ασβέστιο και το φωσφορικό μαγνήσιο. Υπάρχουν επίσης ανθρακικά άλατα του ασβεστίου, νατρίου και καλίου. Τα άλατα προσδίδουν σκληρότητα και ανθεκτικότητα στα οστά. Τα ινίδια κολλαγόνου τους προσδίδουν ελαστικότητα και ενισχύουν την αντοχή του οστού, όπως περίπου οι ράβδοι σιδήρου στο οπλισμένο σκυρόδεμα.

Ο οστίτης ιστός εμφανίζεται με δύο μορφές, τον συμπαγή και τον σπογγώδη.

Στο **συμπαγή** οστίτη ιστό τα οστεοκύτταρα μαζί με τη μεσοκυττάρια ουσία διατάσσονται σε ομόκεντρα στρώματα γύρω από έναν αγωγό (σωλήνας του Havers) σχηματίζοντας έτσι μια μονάδα με κυλινδρικό σχήμα, τον **οστεώνα** ή σύστημα του Havers (εικ. 7.2). Στους σωλήνες του Havers περιέχονται αιμοφόρα αγγεία, για τη θρέψη του οστού, και νεύρα.



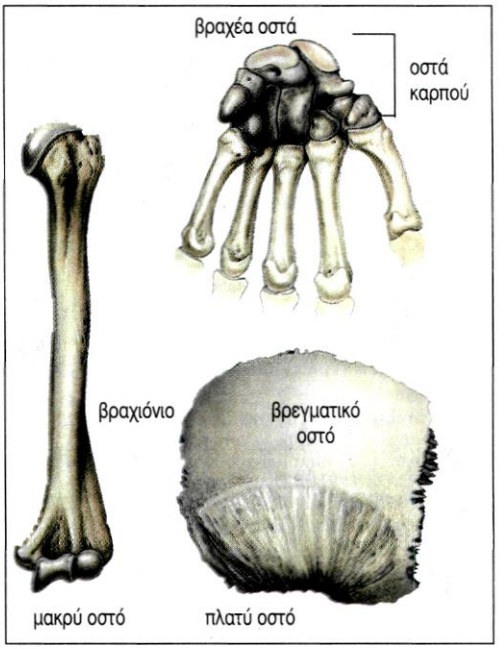
εικ. 7.2 Μακροσκοπική (α) και μικροσκοπική (β) δομή ενός μακρού οστού

εικ. 7.3 Μυελοκυψέλες

Ο **σπογγώδης** οστίτης ιστός εμφανίζει κοιλότητες, τις **μυελοκυψέλες,** και αποτελείται επίσης από οστεοκύτταρα και από μεσοκυττάρια ουσία. Δεν υπάρχουν όμως σε αυτόν οστεώνες. Μέσα στις μυελοκυψέλες βρίσκεται ο ερυθρός μυελός των οστών, που είναι αιμοποιητικό όργανο. Η αραιή διάταξη των οστεοκυττάρων και της μεσοκυττάριας ουσίας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του βάρους του οστού (εικ. 7.3).

Μορφολογία των οστών

Τα οστά ανάλογα με τη μορφολογία τους διακρίνονται σε μακρά, πλατιά και βραχέα (εικ. 7.4). Τα μακρά οστά συναντώνται κυρίως στα άκρα. (βραχιόνιο, μηριαίο), ενώ τα πλατιά οστά σχηματίζουν την κρανιακή κοιλότητα (μετωπιαίο, ινιακό) και τη λεκάνη (ανώνυμα οστά). Τα βραχέα συναντώνται στη σπονδυλική στήλη (σπόνδυλοι) και στο άκρο χέρι και πόδι.



εικ. 7.4 Μορφολογία των οστών

Τα **επιμήκη οστά** έχουν δύο άκρα που λέγονται **επιφύσεις,** ενώ το μεταξύ τους κυλινδρικό τμήμα είναι η **διάφυση**. Μία επιμήκης τομή σε ένα μακρύ οστό αποκαλύπτει ότι στο εσωτερικό του, κατά μήκος της διάφυσης, υπάρχει μία κοιλότητα, ο **μυελώδης αυλός** (εικ. 7.5). Μέσα στην κοιλότητα αυτή υπάρχει ο μυελός των οστών. Η διάφυση επενδύεται, τόσο στην εξωτερική όσο και στην εσωτερική της επιφάνεια, με πυκνό συνδετικό ιστό, που ονομάζεται **περιόστεο** και **ενδόστεο** αντίστοιχα. Το περιόστεο και το ενδόστεο περιέχουν μεγάλο αριθμό οστεοβλαστών, που παίζουν ρόλο στην κατά πάχος αύξηση του οστού και στην αναγέννησή του στην περίπτωση που σπάσει (κάταγμα).

Το περιόστεο, που έχει πολλά αγγεία και νεύρα, χρησιμεύει ακόμα για τη θρέψη του οστού, καθώς και για την πρόσφυση μυών και συνδέσμων. Η αποκόλλησή του σε μεγάλη έκταση προκαλεί νέκρωση του οστού.

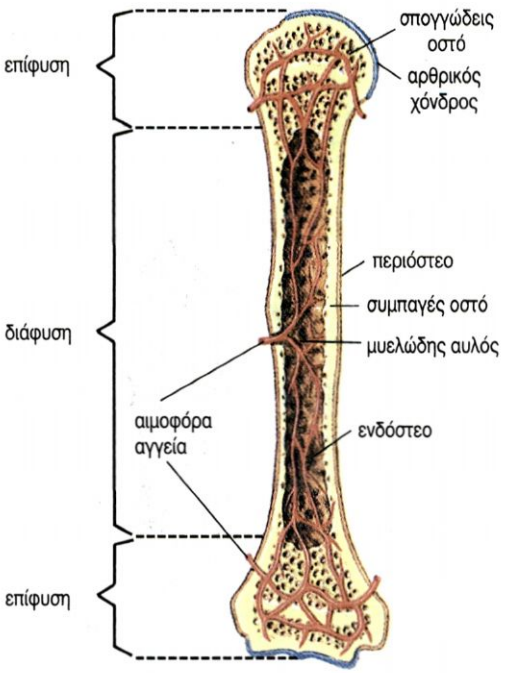
Από έξω προς τα μέσα, η διάφυση ενός μακρού οστού αποτελείται από το περιόστεο, συμπαγή οστίτη ιστό, και από το μυελώδη αυλό, που επενδύεται με ενδόστεο. Οι επιφύσεις του αποτελούνται εξωτερικά από ένα λεπτό στρώμα συμπαγούς οστίτη ιστού και εσωτερικά από σπογγώδη οστίτη ιστό. Οι επιφύσεις δεν περιβάλλονται από περιόστεο αλλά από ένα στρώμα χόνδρου, τον αρθρικό χόνδρο (εικ. 7.5).

Τα **βραχέα οστά** καλύπτονται από περιόστεο και έχουν κεντρικό τμήμα με σπογγώδη **οστίτη ιστό**, που περιβάλλεται από συμπαγή οστίτη ιστό.

Τα **πλατιά οστά** καλύπτονται από περιόστεο και αποτελούνται από δύο πλάκες συμπαγούς οστίτη ιστού, μεταξύ των οποίων υπάρχει σπογγώδης ιστός.

Ο μυελός των οστών

Ο μυελός των οστών βρίσκεται στο μυελώδη αυλό των μακρών οστών και στις



εικ. 7.5 Δομή ενός μακρού οστού

μυελοκυψέλες της σπογγώδους ουσίας. Ο μυελός των οστών είναι ειδικός τύπος μαλακού συνδετικού ιστού και διακρίνεται σε ερυθρό και ωχρό.

Ο **ερυθρός μυελός** των οστών είναι αιμοποιητικό όργανο. Αρχίζει να παράγει ερυθροκύτταρα προς το τέλος της εμβρυϊκής ζωής. Μετά τη γέννηση, εκτός από ερυθροκύτταρα παράγει αιμοπετάλια και λευκοκύτταρα. Ο ερυθρός μυελός βρίσκεται σε όλα τα οστά του νεογνού, αλλά από την παιδική ηλικία και ύστερα αρχίζει προοδευτικά να συγκεντρώνει λίπος, γίνεται κίτρινος και χαρακτηρίζεται ως **ωχρός μυελός**. Στην ηλικία των 20 ετών, περίπου, όλος σχεδόν ο ερυθρός μυελός των διαφύσεων έχει αντικατασταθεί από ωχρό μυελό. Αντίθετα, στις μυελοκυψέλες των σπονδύλων, του στέρνου, των πλευρών, των οστών της λεκάνης, του κρανίου, κτλ. ο ερυθρός μυελός συνεχίζει την αιμοποίηση καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής.

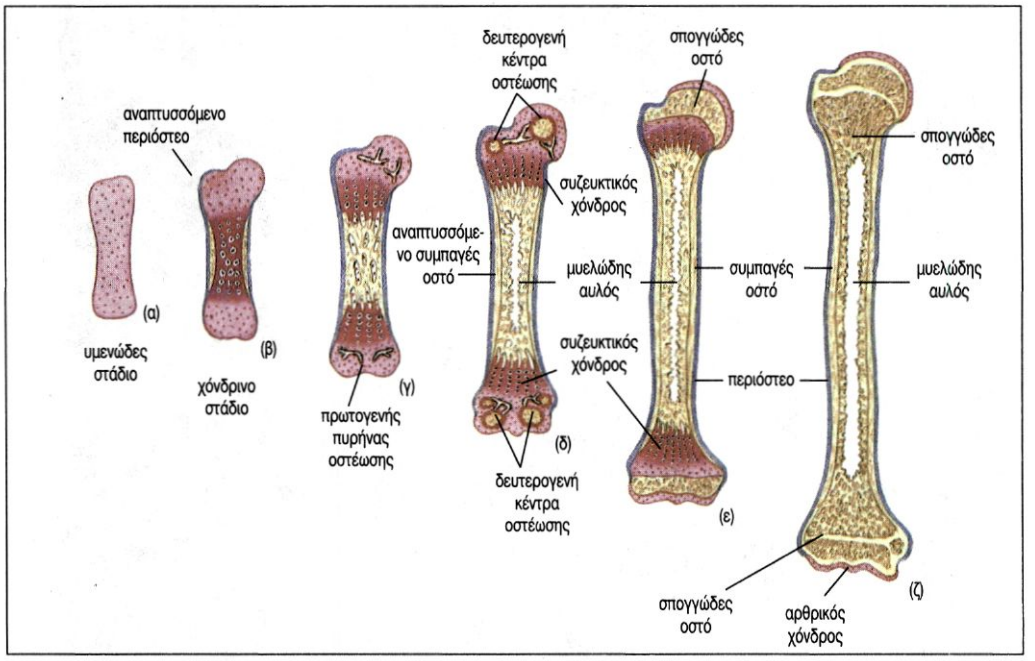
ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

Κατά την εμβρυϊκή ζωή τα οστά του ανθρώπου προσχηματίζονται από μια ειδική μορφή συνδετικού ιστού και αποτελούν τον υμενώδη σκελετό.

Στα οστά του κρανίου ο υμενώδης σκελετός αντικαθίσταται κατευθείαν από οστίτη ιστό. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **υμενογενής οστέωση** και αρχίζει όταν ομάδες κυττάρων στο υμενώδες οστό διαφοροποιούνται σε οστεοβλάστες, οι οποίοι αναπαράγονται και συγκροτούν το κέντρο οστέωσης. Οι οστεοβλάστες παράγουν το οργανικό τμήμα του οστίτη ιστού, που στη συνέχεια ασβεστοποιείται. Στο κρανίο των νεογέννητων υπάρχουν μαλακές περιοχές που ονομάζονται **πηγές** και αντιστοιχούν σε συνδετικό ιστό που δεν έχει ακόμα οστεοποιηθεί.

Στα περισσότερα οστά ο υμενώδης σκελετός αντικαθίσταται προοδευτικά από χόνδρινο ιστό, και στη συνέχεια από οστίτη. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **χονδρογενής οστέωση.** Η αντικατάσταση του χόνδρινου ιστού από οστίτη γίνεται από συγκεκριμένες θέσεις, που ονομάζονται πυρήνες οστέωσης. Σε ένα μακρύ οστό υπάρχει αρχικά ένας μόνο πυρήνας οστέωσης, στο μέσον της διάφυσης. Αργότερα εμφανίζονται αλλά δύο κέντρα οστέωσης στις επιφύσεις (εικ. 7.6). Στα κέντρα οστέωσης οι οστεοβλάστες παράγουν το οργανικό τμήμα του οστίτη ιστού και καθώς εγκλωβίζονται μέσα σ' αυτό μετατρέπονται σε οστεοκύτταρα.

Η κατά πάχος αύξηση του οστού γίνεται κυκλικά γύρω από τον πυρήνα οστέωσης, ενώ η κατά μήκος αύξηση γίνεται προς τα δύο άκρα του οστού. Η αύξηση των οστών βρίσκεται κάτω από τον έλεγχο της αυξητικής ορμόνης και των φυλετικών ορμονών. Το οστό αυξάνεται



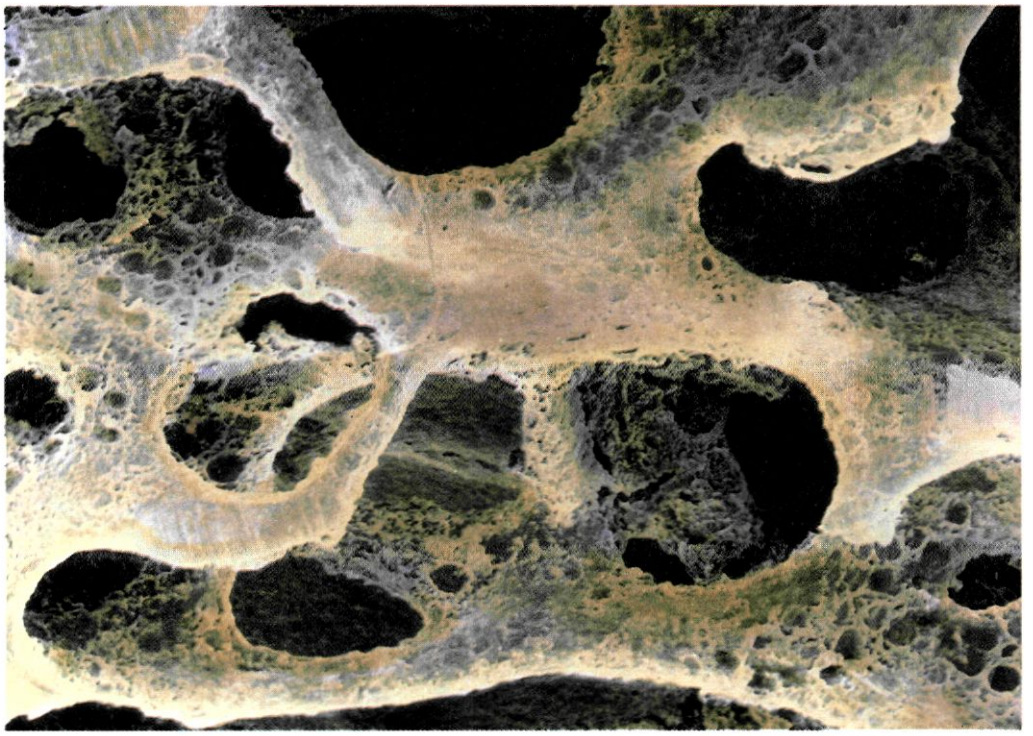
εικ. 7.6 Στάδια χονδρογενούς οστέωσης

κατά μήκος από τα δύο στρώματα χόνδρου (συζευκτικοί χόνδροι) που βρίσκονται μεταξύ των τριών πυρήνων οστέωσης. Κατά το 20ό έτος της ηλικίας ο συζευκτικός χόνδρος περιορίζεται σε ένα λεπτό χόνδρινο δίσκο μεταξύ διάφυσης και επίφυσης. Τελικά, μεταξύ 20ού και 25ου έτους αντικαθίσταται και αυτός από οστίτη ιστό. Μετά από αυτή την ηλικία ο άνθρωπος παύει να ψηλώνει, διότι η κατά μήκος αύξηση των οστών είναι αδύνατη. Η κατά πλάτος αύξηση μπορεί να συνεχιστεί και οφείλεται στην εναπόθεση οστίτη ιστού από τους οστεοβλάστες του περιόστεου.

Στα οστά γίνεται συνεχώς ανταλλαγή της ύλης, δηλαδή συνεχής απορρόφηση και εναπόθεση ουσιών. Ο οστίτης ιστός αποικοδομείται από τους οστεοκλάστες και σχηματίζεται συνεχώς από οστεοβλάστες. Οι **οστεοκλάστες** απομακρύνουν κατεστραμμένα οστεοκύτταρα και μεσοκυττάρια ουσία. Οι **οστεοβλάστες** σχηματίζουν καινούρια μεσοκυττάρια ουσία. Ο έλεγχος της απορρόφησης ασβεστίου και των φωσφορικών ανιόντων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως είναι οι βιταμίνες (D, A και C), οι ορμόνες και η ηλικία.

Η **οστεοπόρωση** είναι η μείωση της οστικής μάζας, που οφείλεται σε ελαττωμένο σχηματισμό οστίτη ιστού, σε αυξημένη αποικοδόμησή του ή και στα δύο (εικ. 7.7). Εμφανίζεται συχνότερα σε ηλικιωμένους, σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση και σε ασθενείς που βρίσκονται σε κατάκλιση για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνιση της οστεοπόρωσης μπορεί να είναι το φύλο, η έλλειψη ασβεστίου και βιταμίνης D, η πρώιμη εμμηνόπαυση, η καθιστική ζωή, το κάπνισμα και ορισμένες ουσίες όπως το αλκοόλ, η κορτιζόνη κ.ά.



εικ. 7.7 Οστεοπόρωση

Κάταγμα

Στο κάταγμα έχουμε καταστροφή της μεσοκυττάριας ουσίας, καθώς και νέκρωση των γειτονικών οστεοκυττάρων. Τα αιμοφόρα αγγεία καταστρέφονται και προκαλείται τοπική αιμορραγία και σχηματισμός πήγματος αίματος. Κατά την αποκατάσταση οι οστεοκλάστες απομακρύνουν την κατεστραμμένη μεσοκυττάρια ουσία και τα νεκρά κύτταρα. Οι οστεοβλάστες του περιόστεου και του ενδόστεου γύρω από το κάταγμα πολλαπλασιάζονται και σχηματίζουν αρχικά σπογγώδη οστίτη ιστό, ο οποίος στη συνέχεια μετατρέπεται σε συμπαγή. Η ταχύτητα επιδιόρθωσης εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ των τμημάτων του σπασμένου οστού (για τμήματα τα οποία βρίσκονται κοντά απαιτείται μικρό χρονικό διάστημα), την ηλικία (γίνεται με μικρότερη ταχύτητα σε μεγάλη ηλικία) και το συγκεκριμένο οστό (τα τραύματα στα άνω άκρα επουλώνονται με μεγαλύτερη ταχύτητα απ' ότι αυτά στα κάτω).

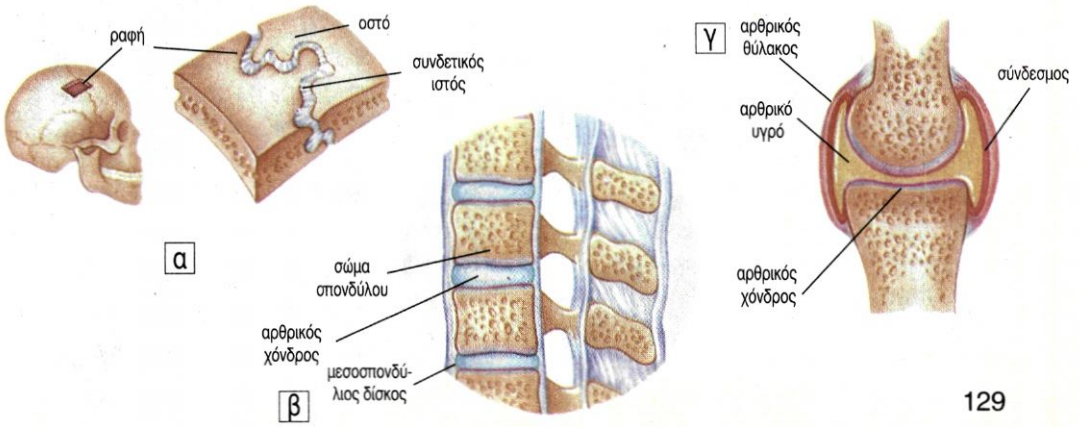
ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ

Άρθρωση είναι η σύνδεση δύο ή περισσότερων οστών με τη συμμετοχή ενός μαλακότερου ιστού. Ανάλογα με το είδος αυτού του ιστού και τον τρόπο συμμετοχής του, καθορίζεται η κινητικότητα των οστών που συνδέονται.

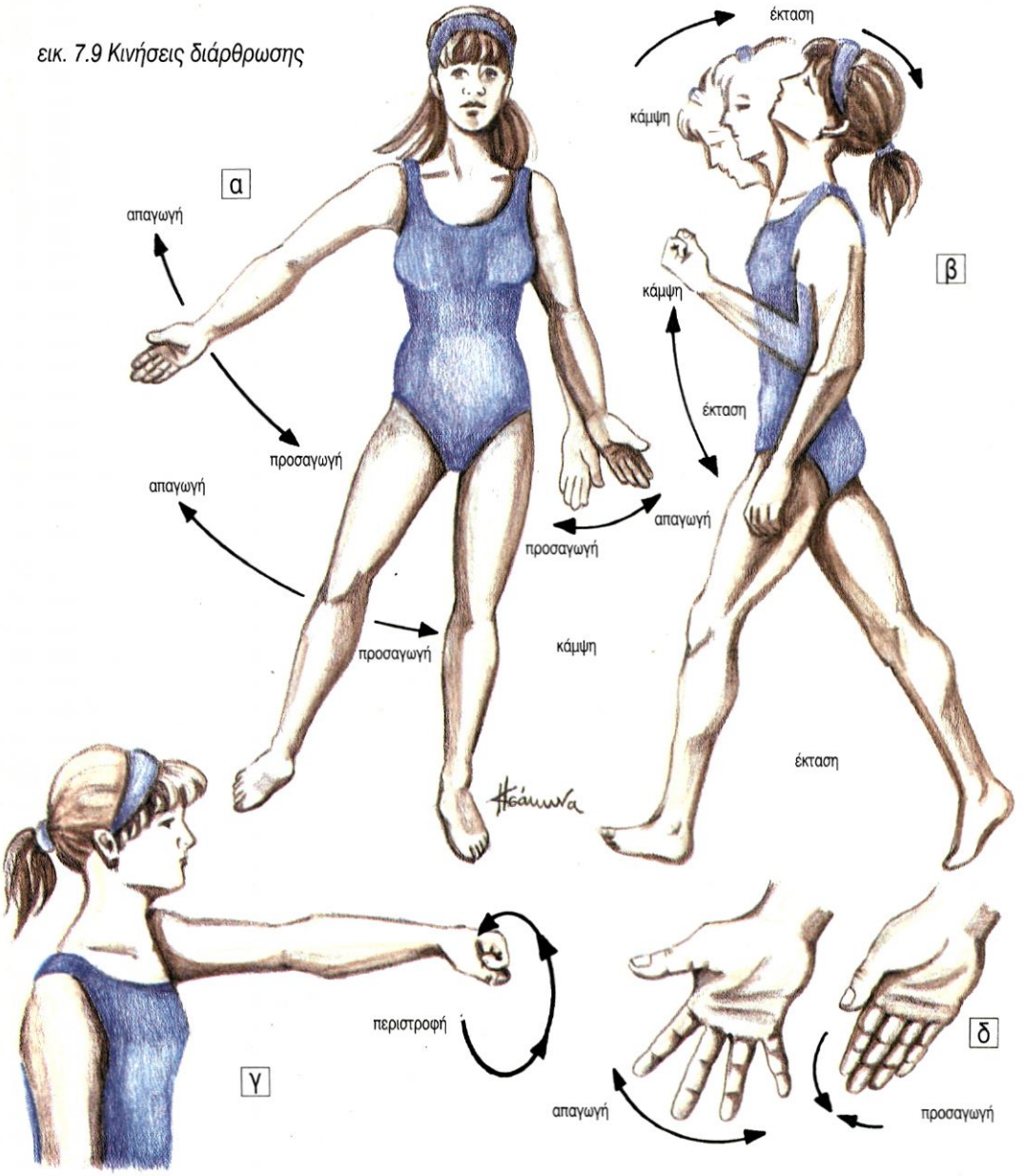
Στη **συνάρθρωση** ο μαλακότερος ιστός παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο οστών και δεν επιτρέπει σχεδόν καμία κινητικότητα (εικ. 7.8α,β).

Στη **διάρθρωση** ο μαλακότερος ιστός περιβάλλει τα οστά στην περιοχή της άρθρωσης με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπει σχετικά μεγάλη κινητικότητα (εικ. 7.8γ). Οι κινήσεις που επιτρέπει η διάρθρωση είναι κάμψη, έκταση, προσαγωγή, απαγωγή και στροφή (εικ. 7.9).

εικ. 7.8 Είδη αρθρώσεων α. Συνάρθρωση β. Συνάρθρωση γ. Διάρθρωση



εικ. 7.9 Κινήσεις διάρθρωσης



Η διάρθρωση αποτελείται από κύρια και επικουρικά μέρη.

Τα κύρια μέρη είναι οι αρθρικές επιφάνειες, ο αρθρικός θύλακος και η αρθρική κοιλότητα (εικ. 7.10).

• Οι **αρθρικές επιφάνειες** είναι οι επιφάνειες των οστών που έρχονται σε επαφή, είναι λείες και έχουν τέτοια αντιστοιχία, ώστε να εφαρμόζουν συνήθως η μία στην άλλη. Δεν περιβάλλονται από περιόστεο αλλά από στρώμα χόνδρου, τον αρθρικό χόνδρο. Σε μεγάλες κυρίως ηλικίες εμφανίζονται διαταραχές του αρθρικού χόνδρου, που προκαλούν πόνους και δυσκολία κινήσεων στις αρθρώσεις. Αυτές χαρακτηρίζονται ως αρθροπάθειες.

• Ο **αρθρικός θύλακος,** αποτελείται από συνδετικό ιστό και περιβάλλει τα οστά κοντά στις αρθρικές επιφάνειες.

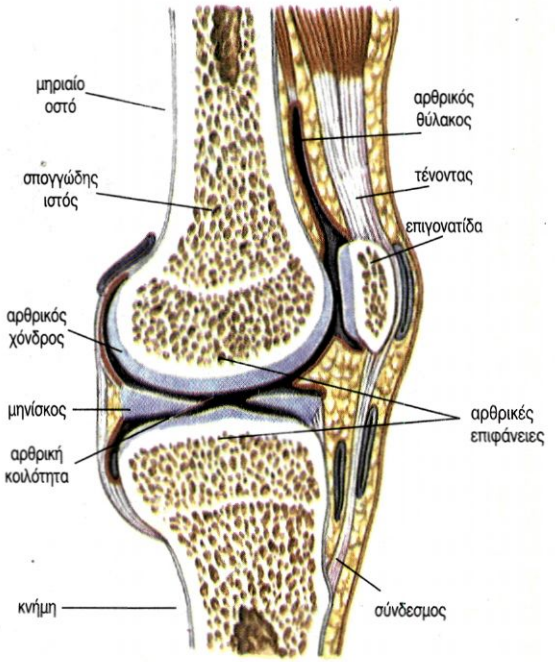
• Η **αρθρική κοιλότητα** είναι ο κλειστός χώρος που βρίσκεται ανάμεσα στις αρθρικές επιφάνειες και στον αρθρικό θύλακο. Περιέχει αρθρικό υγρό, το οποίο διευκολύνει την ολισθηση των αρθρικών επιφανειών.

Στα επικουρικά μέρη μιας διάρθρωσης συμπεριλαμβάνονται οι σύνδεσμοι, οι επιχείλιοι χόνδροι και οι διάρθριοι χόνδροι.

• Οι **σύνδεσμοι** είναι ταινίες από παχύ συνδετικό ιστό, που συγκρατούν τα αρθρούμενα οστά μεταξύ τους και καθορίζουν την κατεύθυνση των κινήσεων.

• Οι **επιχείλιοι χόνδροι** είναι δακτύλιοι από χόνδρινο ιστό, που περιβάλλουν τα άκρα της αρθρικής επιφάνειας και αυξάνουν το μέγεθός της.

• Οι **διάρθριοι χόνδροι** ή μηνίσκοι είναι πλάκες χόνδρινου ιστού, που βρίσκονται σε ορισμένες αρθρικές κοιλότητες, ιδιαίτερα όταν οι αρθρικές επιφάνειες δεν εναρμονίζονται μεταξύ τους, όπως συμβαίνει στην άρθρωση του γόνατου.



εικ. 7.10 Διάρθρωση

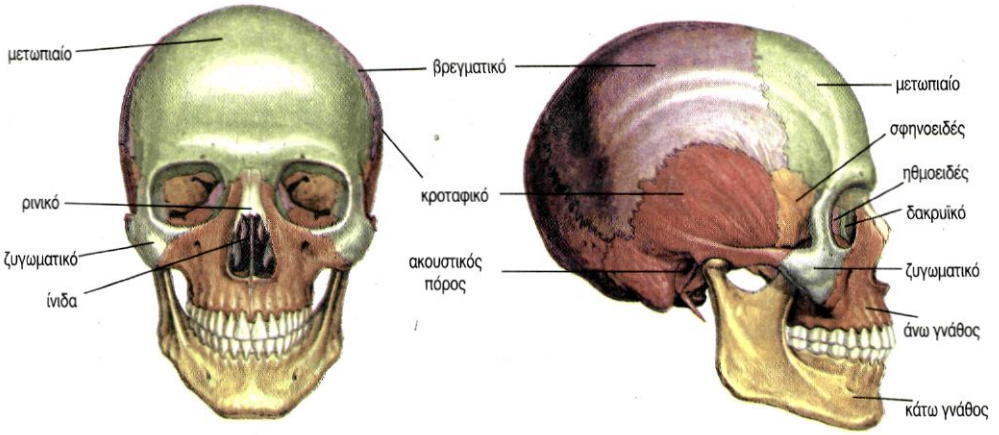
ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

Ο σκελετός του ανθρώπου περιλαμβάνει το σκελετό του κορμού (σκελετός της κεφαλής, της σπονδυλικής στήλης, του θώρακα) και το σκελετό των άκρων.

Ο **σκελετός της κεφαλής** περιλαμβάνει τα οστά του εγκεφαλικού και του προσωπικού κρανίου (εικ. 7.11).

Τα οστά του εγκεφαλικού κρανίου συναρθρώνονται μεταξύ τους με τις **ραφές** και σχηματίζουν την κρανιακή κοιλότητα μέσα στην οποία προφυλάσσεται ο εγκέφαλος. Τα κυριότερα απ' αυτά τα οστά είναι πλατιά και δίνουν το όνομά τους στους λοβούς των ημισφαιρίων του εγκεφάλου. Το **μετωπιαίο** οστό σχηματίζει το μέτωπο. Τα δύο **βρεγματικά** καλύπτουν το κρανίο πάνω και πλάγια. Κάτω από αυτά βρίσκονται τα **κροταφικά**, τα οποία έχουν από μία κοιλότητα, μέσα στην οποία προφυλάσσονται τα όργανα της ακοής και της ισορροπίας. Το **ινιακό** οστό καλύπτει πίσω και προς τα κάτω την κρανιακή κοιλότητα και σχηματίζει τη βάση του κρανίου. Στη βάση αυτή υπάρχει ένα μεγάλο άνοιγμα, το ινιακό τρήμα, διά μέσου του οποίου προεκτείνεται το στέλεχος του εγκεφάλου και συνεχίζεται ως νωτιαίος μυελός.

Τα οστά του προσωπικού κρανίου περιλαμβάνουν τα δύο **ζυγωματικά** οστά, τα οποία σχηματίζουν τις προεξοχές των παρειών, και την **κάτω γνάθο**, το μόνο κινητό οστό της κεφαλής. Η κάτω γνάθος αρθρώνεται με τα δύο

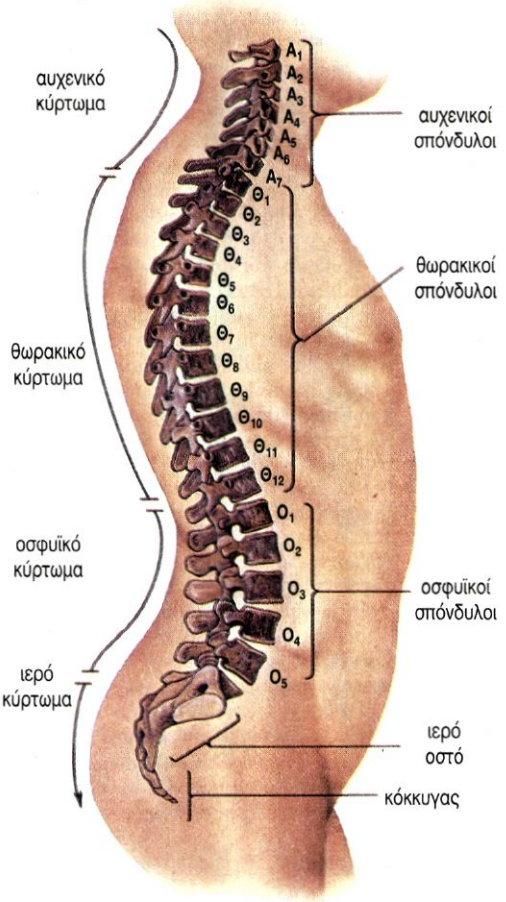


εικ. 7.11 Σκελετός της κεφαλής οστά του προσωπικού κρανίου και οστά του εγκεφαλικού κρανίου

κροταφικά οστά και σχηματίζει την **κροταφογναθική διάρθρωση**. Η κάτω γνάθος, οι δύο **άνω γνάθοι** και τα δύο **υπερώια** σχηματίζουν την στοματική κοιλότητα. Στο προσωπικό κρανίο σχηματίζονται επίσης η ρινική κοιλότητα και οι δύο οφθαλμικές κόγχες.

Η **σπονδυλική στήλη** είναι η «κεντρική κολόνα» του σκελετού πάνω στην οποία στηρίζονται άμεσα ή έμμεσα όλα τα υπόλοιπα τμήματά του. Αποτελείται από πολλά βραχέα οστά, τους **σπονδύλους**, τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο με την παρεμβολή ενός χόνδρινου δίσκου, του **μεσοσπονδύλιου δίσκου** (εικ. 7.12). Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος έχει αρκετή ελαστικότητα, απορροφά τα τραντάγματα και προσδίνει ευκαμψία. Οι δίσκοι αυτοί χάνουν με την ηλικία την ελαστικότητά τους και μπορεί να ολισθήσουν προς τα πίσω, οπότε πιέζονται ο νωτιαίος μυελός ή και τα νωτιαία νεύρα. Η πάθηση αυτή ονομάζεται κήλη του μεσοσπονδύλιου δίσκου.

Οι 7 πρώτοι σπόνδυλοι είναι οι **αυχενικοί**. Ο πρώτος σπόνδυλος, ο **άτλας,** αρθρώνεται με το ινιακό οστό και μαζί με το δεύτερο, τον **άξονα**, επιτρέπουν στην κεφαλή να κάνει κινήσεις κάμψης, έκτασης και στροφής. Οι 12 **θωρακικοί** σπόνδυλοι αρθρώνονται με τις



εικ. 7.12 Σπονδυλική στήλη

πλευρές. Οι πλευρές ενώνονται μπροστά άμεσα ή έμμεσα με το **στέρνο** και σχηματίζουν τη θωρακική κοιλότητα, μέσα στην οποία προστατεύονται οι πνεύμονες, η καρδιά, τα μεγάλα αγγεία κ.ά. (εικ. 7.13). Οι 5 **οσφυϊκοί** σπόνδυλοι είναι σχετικά μεγαλύτεροι από τους υπερκείμενους, γιατί υποβαστάζουν μεγαλύτερο βάρος. Το **ιερό οστό** είναι ένα ισχυρό οστό, το οποίο προέρχεται από τη συνοστέωση των 5 ιερών σπονδύλων. Τέλος υπάρχει ο **κόκκυγας,** ο οποίος είναι το υπολειμματικό όργανο της ουράς.

Η σπονδυλική στήλη, όπως φαίνεται από τα πλάγια, παρουσιάζει τέσσερα κυρτώματα, δύο μπρος και δύο πίσω. Τα κυρτώματα αυτά αυξάνουν την ευλυγισία της σπονδυλικής στήλης και την αντοχή της σε μεγάλα βάρη.

Ο **σκελετός των άνω άκρων** περιλαμβάνει το σκελετό της ωμικής ζώνης, το σκελετό του βραχίονα, το σκελετό του πήχη και το σκελετό του χεριού (εικ. 7.1).

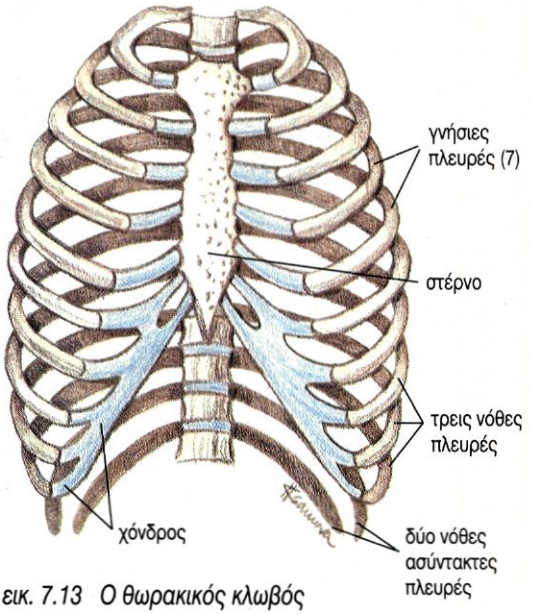
Η ωμική ζώνη περιλαμβάνει την **κλείδα** και την **ωμοπλάτη**. Η ωμοπλάτη είναι ένα πλατύ οστό, το οποίο συγκρατείται μόνο με μυς. Αυτό επιτρέπει ακόμη μεγαλύτερη ευχέρεια κινήσεων στα άνω άκρα.

Ο σκελετός του βραχίονα περιλαμβάνει το **βραχιόνιο**, το οποίο αρθρώνεται με την ωμοπλάτη σχηματίζοντας την άρθρωση του ώμου. Το κάτω άκρο του βραχιόνιου αρθρώνεται με τα δύο οστά του πήχη, την **κερκίδα** και την **ωλένη**, στην άρθρωση του αγκώνα.

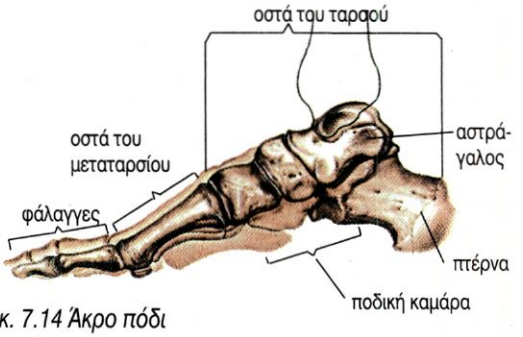
Το άκρο χέρι περιλαμβάνει τα 8 βραχέα **οστά του καρπού**, τα 5 του **μετακαρπίου** και τις **φάλαγγες** των δακτύλων. Συνολικά περιλαμβάνει 27 οστά και πάνω από 30 μυς και είναι ένα θαυμάσιο συλληπτήριο όργανο, ειδικά χάρη στον αντίχειρα, που είναι αντιτακτός.

Ο **σκελετός των κάτω άκρων** περιλαμβάνει τα οστά της πυελικής ζώνης, του μηρού, της κνήμης και του ποδιού (εικ. 7.1).

Στην πυελική ζώνη, τα δύο **ανώνυμα οστά** συνδέονται μπροστά στην **ηβική σύμφυση** και



εικ. 7.13 Ο θωρακικός κλωβός



εικ. 7.14 Άκρο πόδι

πίσω με το ιερό οστό. Έτσι σχηματίζεται η λεκάνη. Το κάθε ανώνυμο οστό έχει μία κοιλότητα, μέσα στην οποία αρθρώνεται η σφαιρική κεφαλή του **μηριαίου** οστού στην άρθρωση του ισχίου. Το κάτω άκρο του μηριαίου αρθρώνεται με το άνω μέρος της κνήμης στην άρθρωση του γόνατου. Σ' αυτήν συμμετέχει και ένα βραχύ οστό, η **επιγονατίδα.**

Στα οστά της κνήμης ανήκουν η **κνήμη** και η **περόνη**. Αυτά τα δύο μακρά οστά αρθρώνονται με τον αστράγαλο.

Το άκρο πόδι περιλαμβάνει τα 7 **οστά του ταρσού**, τα 5 του **μετατάρσιου** και τα οστά

των φαλάγγων των δακτύλων. Τα κυριότερα από τα οστά του ταρσού είναι ο **αστράγαλος,** που αρθρώνεται με την κνήμη και την περόνη, και η **πτέρνα,** που υποβαστάζει όλο το βάρος και εξυπηρετεί την όρθια στάση και το βάδισμα (εικ. 7.14). Τα οστά του ποδιού συνδέονται μεταξύ τους με αρθρώσεις, με τέτοιο τρόπο, ώστε να σχηματίζουν την ποδική καμάρα, που δίνει τη δυνατότητα για στήριξη και άνετη βάδιση.

Όταν η ποδική καμάρα είναι μικρότερη της κανονικής ή λείπει τελείως, έχουμε **πλατυποδία,** που δημιουργεί δυσκολίες και κούραση στη βάδιση.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ερειστικό σύστημα περιλαμβάνει το σύνολο των οστών, τα οποία συνδέονται στις αρθρώσεις και σχηματίζουν το σκελετό. Ο σκελετός στηρίζει το σώμα και καθορίζει τη μορφή του, προσφέρει θέσεις για την πρόσφυση των μυών, συμβάλλει στην κίνηση, γιατί είναι αρθρωτός και σχηματίζει κοιλότητες για την προστασία οργάνων. Άλλες λειτουργίες του είναι η αιμοποίηση και η αποθήκευση αλάτων.

Τα οστά μπορεί να είναι μακρά, βραχέα ή πλατιά. Περιέχουν ανόργανο και οργανικό τμήμα, καθώς και εξειδικευμένα κύτταρα. Η υφή τους μπορεί να είναι συμπαγής ή σπογγώδης. Τα οστά επενδύονται με περιόστεο, που χρησιμεύει για τη θρέψη των οστών. Οι οστεοβλάστες του περιόστεου και του ενδόστεου συμβάλλουν στην αύξηση και στην αναγέννηση του οστού.

Ο ερυθρός μυελός των οστών είναι αιμοποιητικό όργανο.

Τα οστά συνδέονται μεταξύ τους με αρθρώσεις. Οι συναρθρώσεις δεν επιτρέπουν μεγάλη κινητικότητα, ενώ οι διαρθρώσεις επιτρέπουν σχετικά μεγάλη κινητικότητα.

Ο σκελετός του ανθρώπου αποτελείται από το σκελετό του κορμού και των άκρων.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιες από τις παρακάτω λειτουργίες δεν είναι λειτουργίες του σκελετικού συστήματος: α. παραγωγή κυττάρων αίματος, β. αποθήκευση αλάτων, γ. αποθήκευση υδατανθράκων, δ. προστασία ζωτικών οργάνων.
2. Ποια από τα συστατικά του οστού, τα ανόργανα ή τα οργανικά, ευθύνονται για την αντοχή και τη σκληρότητα και ποια για την ελαστικότητα και την ευκαμψία του;
3. Ποιες είναι οι δομικές διαφορές μεταξύ της διάφυσης και των επιφύσεων των μακρών οστών;
4. Τι είναι οι μυελοκυψέλες, πώς σχηματίζονται και ποιος είναι ο λειτουργικός ρόλος τους;
5. Ποια είναι η λειτουργική σημασία του περιόστεου και του ενδόστεου;
6. Πού συναντώνται και ποιος είναι ο ρόλος των συστημάτων του Havers;
7. Ποιος είναι ο ρόλος του αρθρικού υγρού στη διάρθρωση;
8. Το οργανικό μέρος του οστίτη ιστού παράγουν: α. οι οστεοκλάστες, β. οι οστεοβλάστες και γ. τα οστεοκύτταρα.

   Να υπογραμμίσετε τη σωστή απάντηση.

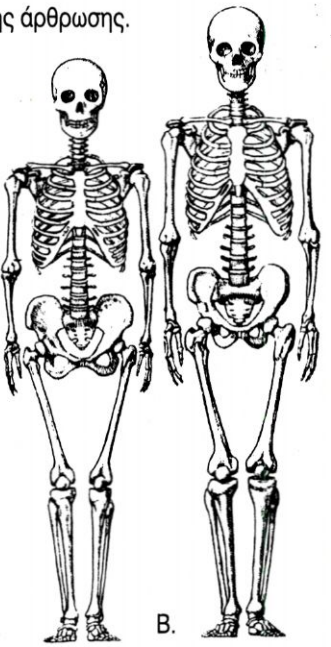
9. Χαρακτηρίστε το είδος των αρθρώσεων και συμπληρώστε με (+) τον παρακάτω πίνακα

	συνάρθωση	**διάρθρωση**
Άρθρωση του αγκώνα		
Ραφές του κρανίου		
Ηβική σύμφυση		
Άρθρωση του γόνατου		
Σύνδεση πλευρών-στέρνου		
Κροταφογναθική άρθρωση		

10. Να συνδέσετε το τμήμα της διάρθρωσης με τη λειτουργία που επιτελεί.

τμήμα	**λειτουργία**
Σύνδεσμοι	• αυξάνουν το μέγεθος της αρθρικής επιφάνειας
Επιχείλιοι χόνδροι	• βοηθούν στην περίπτωση που οι αρθρικές επιφάνειες δεν εναρμονίζονται.
Διάρθριοι χόνδροι	• διευκολύνει την ολίσθηση των αρθρούμενων οστών.
Αρθρικός θύλακος	• συγκρατούν τα αρθρούμενα οστά και καθορίζουν την κατεύθυνση των κινήσεων
Αρθρικό υγρό	• Περιβάλλει τα οστά στην περιοχή της άρθρωσης.

12. Στο πλαϊνό σχήμα φαίνονται οι σκελετοί ενός άντρα (Β) και μιας γυναίκας (Α).
Να συγκρίνετε τα αντίστοιχα τμήματα των σκελετών και να εντοπίσετε τις διαφορές.



ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Να ερευνήσετε το ρόλο της διατροφής στην καλή λειτουργία του ερειστικού συστήματος.

2. Να βρείτε ακτινογραφίες διάφορων τμημάτων του σκελετού υγιών ατόμων, και αντίστοιχων τμημάτων του σκελετού, ατόμων με παθήσεις των οστών. Να παρατηρήσετε και να καταγράψετε τις μεταξύ τους διαφορές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Νίκη Ξάνθου, Αθήνα '97

8. ΜΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΜΥΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

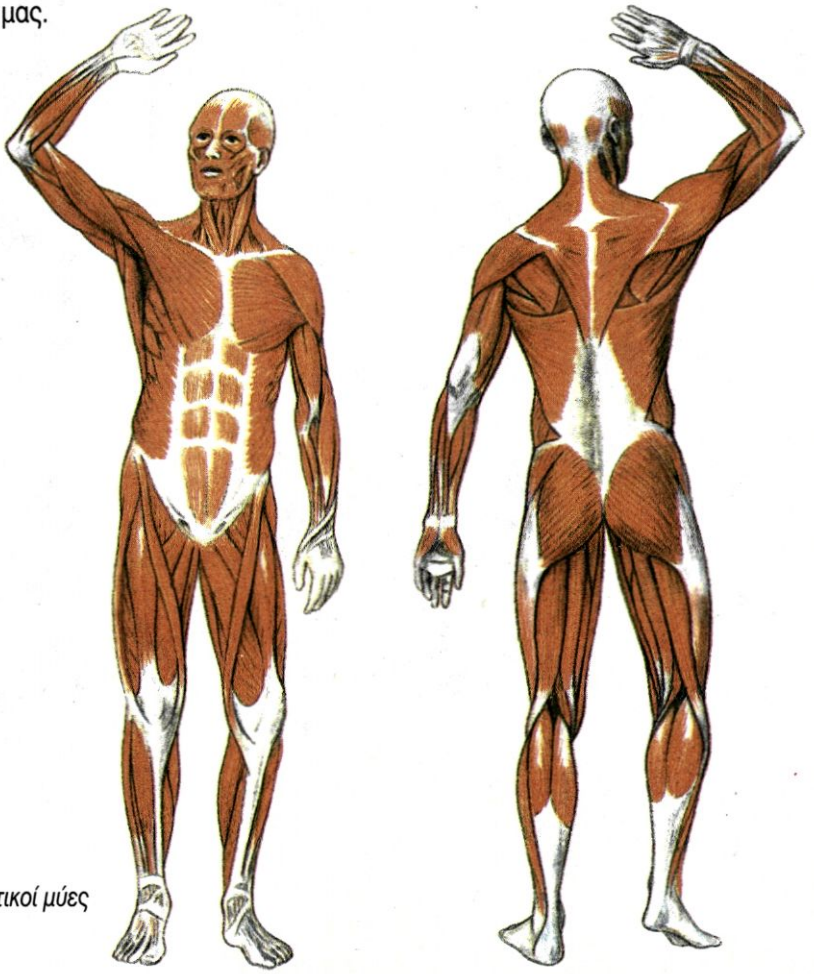
Το σύνολο των μυών του σώματος αποτελεί το μυϊκό σύστημα, του οποίου ο βασικότερος ιστός είναι ο μυϊκός. Χαρακτηριστική ιδιότητα των κυττάρων του μυϊκού ιστού (μυϊκές ίνες) είναι η ικανότητα συστολής. Υπάρχουν τρία είδη μυϊκού ιστού που χαρακτηρίζονται από ιδιαιτερότητες στη δομή και στη λειτουργία των κυττάρων από τα οποία αποτελούνται.

Ο **σκελετικός μυϊκός ιστός** συναντάται στους σκελετικούς μυς και αποτελείται από σχετικά μακριές κυλινδρικές μυϊκές ίνες, που φέρουν γραμμώσεις. Η συστολή τους γίνεται με τη θέλησή μας.

Ο **καρδιακός μυϊκός ιστός** βρίσκεται μόνο στα τοιχώματα της καρδιάς. Οι μυϊκές ίνες του είναι κυλινδρικές, έχουν γραμμώσεις, αλλά δεν υπακούουν στη θέλησή μας.

Ο **λείος μυϊκός ιστός** επενδύει κυρίως τοιχώματα όπως των αγγείων και του γαστρεντερικού σωλήνα. Αποτελείται από ατρακτοειδείς μυϊκές ίνες χωρίς γραμμώσεις, που δεν υπακούουν στη θέλησή μας.

Το μυϊκό σύστημα περιλαμβάνει τους σκελετικούς μυς, οι οποίοι ελέγχονται από τη θέλησή μας.



εικ. 8.1 Σκελετικοί μύες

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΚΕΛΕΤΙΚΟΥ ΜΥΟΣ

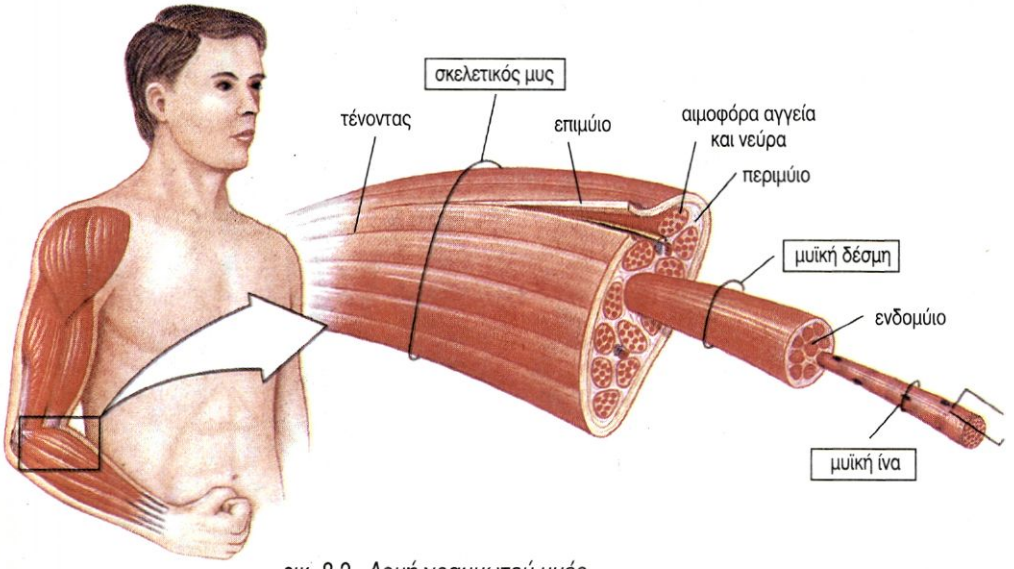
Δομή του σκελετικού μυός

Οι σκελετικοί μύες προσφύονται στα οστά και είναι αυτοτελή όργανα που υπακούουν στη θέλησή μας (εικ. 8.1).

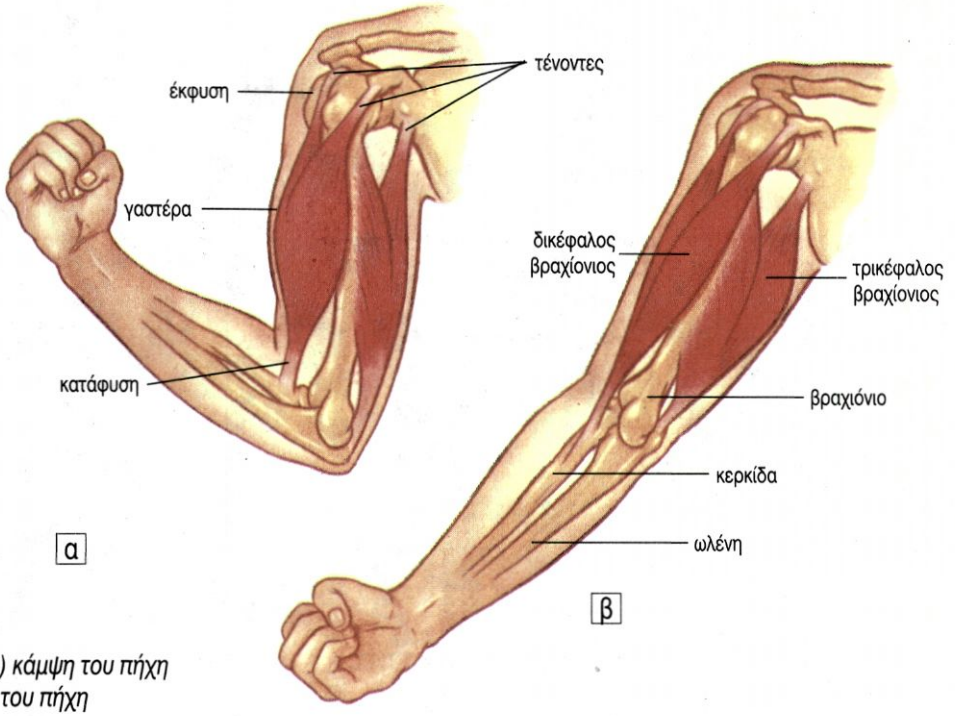
Κάθε γραμμωτός μυς μπορεί να αποτελείται από πολλές χιλιάδες μυϊκές ίνες, οι οποίες δεν αθροίζονται με τυχαίο τρόπο, αλλά διατάσσονται σε δεσμίδες (μυϊκές δέσμες), οι οποίες περιβάλλονται από πυκνό συνδετικό ιστό. Από πυκνό συνδετικό ιστό περιβάλλεται και ο μυς (εικ. 8.2).

Οι γραμμωτοί μύες, ανάλογα με τη μορφολογία τους, διακρίνονται σε σφιγκτήρες (σφιγκτήρας στόματος), πλατείς (πλατύς ραχιαίος) και μακρούς (τρικέφαλος βραχιόνιος). Σε γενικές γραμμές ένας μακρύς σκελετικός μυς έχει σχήμα ατρακτοειδές και αποτελείται από ένα κεντρικό τμήμα, τη **γαστέρα,** και από δύο άκρα, τις **προσφύσεις**. Η κάθε πρόσφυση συνίσταται συνήθως από συνδετικό ιστό, τον **τένοντα,** συνδέει το μυ με τα οστά. Το ένα άκρο, η **κατάφυση,** προσφύεται στο οστό που ο μυς αυτός κινεί, ενώ το άλλο, η **έκφυση,** προσφύεται στο οστό που δεν κινείται (εικ. 8.3).

Με τη συστολή της γαστέρας ο μυς βραχύνεται και τραβά το ένα οστό (κινητό), ενώ το άλλο παραμένει ακίνητο. Επειδή οι μύες δεν έχουν την ικανότητα να σπρώχνουν αλλά μόνο να έλκουν τα οστά, είναι απαραίτητο για να επιτελέσουν μία κίνηση (π.χ. την κίνηση του πήχη) να συνεργάζονται κατά ζεύγη. Για παράδειγμα, για να γίνει η κάμψη του πήχη, πρέπει να συσταλεί ο δικέφαλος και να χαλαρώσει ο τρικέφαλος, ενώ για την έκτασή του πρέπει να συσταλεί ο τρικέφαλος και να χαλαρώσει ο δικέφαλος (εικ. 8.3).



εικ. 8.2 Δομή γραμμωτού μυός



εικ. 8.3 α) κάμψη του πήχη
β) έκταση του πήχη

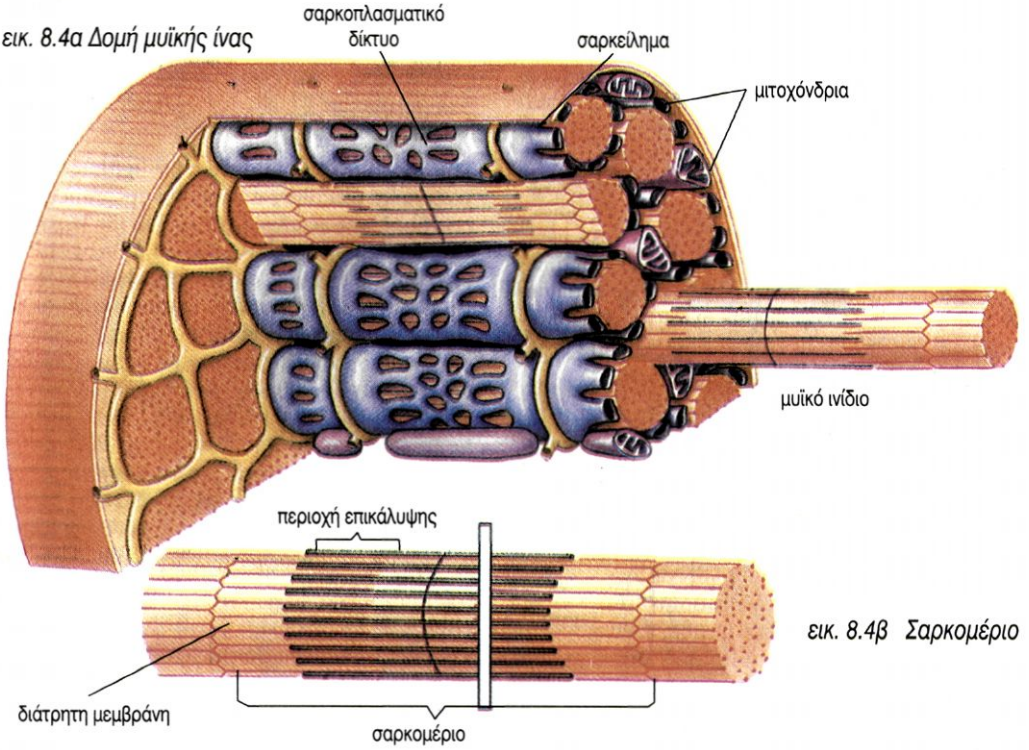
Γενικά οι μύες συνεργάζονται κατά ζεύγη, προκειμένου να επιτελέσουν μια συγκεκριμένη κίνηση. Ο μυς που συστέλλεται προκειμένου να γίνει κάμψη του πήχη ονομάζεται κύριος, ενώ ο μυς που χαλαρώνει ονομάζεται ανταγωνιστής. Η συνεργασία λοιπόν των κύριων και των ανταγωνιστών μυών εξασφαλίζει την αρμονική κίνηση του σώματος.

Δομή και λειτουργία της γραμμωτής μυϊκής ίνας

Η δομική και λειτουργική μονάδα των γραμμωτών μυών είναι η **γραμμωτή μυϊκή ίνα.** Το σχήμα της είναι κυλινδρικό, ενώ το μήκος της μπορεί να φτάνει από λίγα χιλιοστά έως 15 cm. Η κυτταρική της μεμβράνη, που ονομάζεται **σαρκείλημα,** περιβάλλεται από ινίδια κολλαγόνου (ενδομύιο). Μέσα στη μυϊκή ίνα, αμέσως κάτω από το σαρκείλημα, υπάρχουν διάσπαρτοι πυρήνες, που στις μεγάλες μυϊκές ίνες μπορεί να είναι χιλιάδες. Στο κυτταρόπλασμα της μυϊκής ίνας (σαρκόπλασμα) υπάρχουν πολυάριθμα μιτοχόνδρια και αναπτυγμένο ενδοπλασματικό δίκτυο (σαρκοπλασματικό δίκτυο) (εικ. 8.4α).

Στο εσωτερικό της μυϊκής ίνας υπάρχουν μερικές εκατοντάδες ή χιλιάδες μυϊκά ινίδια, που διατάσσονται παράλληλα και εκτείνονται σε όλο της το μήκος. Κάθε ινίδιο αποτελείται από πολλά νημάτια ακτίνης και μυοσίνης. Κατά μήκος των ινιδίων παρεμβάλλονται κάθετα διάτρητες μεμβράνες. Το τμήμα του ινιδίου μεταξύ δύο διαδοχικών μεμβρανών αποτελεί το **σαρκομέριο**. Το κάθε σαρκομέριο συνίσταται από νημάτια ακτίνης προσκολλημένα σε κάθε μία από τις κάθετες μεμβράνες, μεταξύ των οποίων παρεμβάλλονται νημάτια μυοσίνης. Τα νημάτια ακτίνης και μυοσίνης διατάσσονται με τέτοιο τρόπο, ώστε στο μικροσκόπιο να εμφανίζονται εναλλάξ φωτεινές και σκοτεινές ζώνες (εικ. 8.4β). Οι φωτεινές ζώνες αντιστοιχούν μόνο σε νημάτια ακτίνης ή μυοσίνης ενώ οι σκοτεινές σε αλληλοκαλυπτόμενες περιοχές

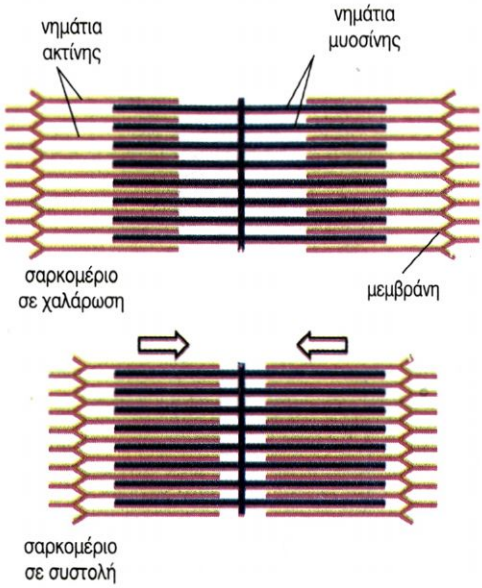
εικ. 8.4α Δομή μυϊκής ίνας



εικ. 8.4β Σαρκομέριο

νηματίων ακτίνης και μυοσίνης. Η εναλλαγή αυτή των φωτεινών και σκοτεινών περιοχών δίνει τις χαρακτηριστικές γραμμώσεις (και το όνομα) στις γραμμωτές μυϊκές ίνες.

Η **μυϊκή συστολή** γίνεται με ένα μηχανισμό ολίσθησης των νηματίων της ακτίνης προς τα νημάτια της μυοσίνης, στον οποίο συμμετέχουν και άλλες πρωτεΐνες (εικ. 8.5). Με το μηχανισμό αυτό ελαττώνεται το μήκος των σαρκομερίων και κατ' επέκταση της μυϊκής ίνας. Ιδιαίτερο ρόλο φαίνεται να παίζουν τα ιόντα ασβεστίου, που αποθηκεύονται στο σαρκοπλασματικό δίκτυο και απελευθερώνονται με την επίδραση νευρικού ερεθίσματος. Την ενέργεια για την συστολή του μυός την παρέχει το ATP, όταν διασπάται σε ADP. Το οξυγόνο είναι δεσμευμένο σε μία πρωτεΐνη των μυϊκών κυττάρων, τη μυοσφαιρίνη, που είναι ανάλογη της αιμοσφαιρίνης και ευθύνεται για το βαθύ κόκκινο χρώμα τους.



εικ. 8.5 Αλλαγές στο σαρκομέριο κατά τη διάρκεια της μυϊκής συστολής

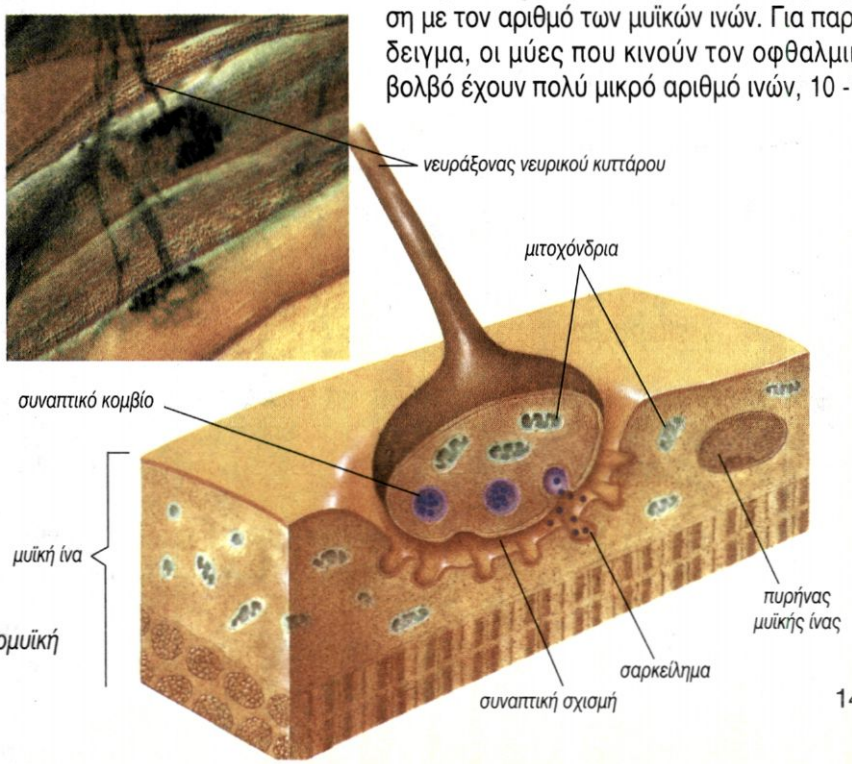
Οι σκελετικές μυικές ίνες, από μορφολογική και λειτουργική άποψη, κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες, τις ερυθρές και τις λευκές. Οι **ερυθρές ίνες** έχουν μεγάλη ποσότητα μυοσφαιρίνης και συστέλλονται με βραδύ ρυθμό. Αντλούν ενέργεια από το ATP, που προκύπτει από οξειδωτική φωσφορυλίωση διότι περιέχουν μεγάλο αριθμό μιτοχονδρίων. Οι **λευκές ίνες** έχουν μεγαλύτερη διάμετρο από τις ερυθρές συστέλλονται γρήγορα αλλά δεν αντέχουν σε συνεχή βαρειά εργασία. Έχουν λιγότερα μιτοχόνδρια, λίγη μυοσφαιρίνη και η ενέργειά τους προέρχεται κυρίως από γαλακτική ζύμωση. Στον άνθρωπο οι γραμμωτοί μύες αποτελούνται συνήθως και από τα δύο αυτά είδη μυϊκών ινών σε διαφορετικές αναλογίες. Για παράδειγμα, οι μύες της πλάτης και της κνήμης αποτελούνται κυρίως από ερυθρές ίνες, ενώ οι μύες του ματιού και του χεριού, κυρίως από λευκές.

Η σύσταση των μυών ως προς τα δύο αυτά είδη μυϊκών ινών, διαφέρει και από άτομο σε άτομο. Για παράδειγμα μεγάλο ποσοστό ερυθρών μυϊκών ινών διαθέτουν οι δρομείς αντοχής, ενώ οι δρομείς ταχύτητας διαθέτουν μεγάλο ποσοστό λευκών μυϊκών ινών.

Νευρομυϊκή σύναψη

Οι μυϊκές ίνες δέχονται απλά φυσιολογικά ερεθίσματα, που είναι τα νευρικά ερεθίσματα, μπορούν όμως να διεγερθούν και από μη φυσιολογικά ερεθίσματα, π.χ. από ηλεκτρικό ρεύμα. Το ερέθισμα μεταφέρεται από ένα κινητικό νευρώνα, ο νευράξονας του οποίου όταν φτάσει στο μυ διακλαδίζεται. Κάθε διακλάδωση καταλήγει στο μέσον περίπου μιας μυϊκής ίνας και σχηματίζεται νευρομυϊκή σύναψη, ή **τελική κινητική πλάκα** (εικ. 8.6). Όταν το ερέθισμα φθάσει στην άκρη της κάθε διακλάδωσης μεταδίδεται στις μυϊκές ίνες με τον ίδιο τρόπο που μεταδίδονται οι νευρικές ώσεις στις νευρικές συνάψεις.

Ο κινητικός νευρώνας μαζί με τις μυϊκές ίνες που νευρώνει αποτελούν μια λειτουργική μονάδα, που λέγεται **κινητική μονάδα**. Ο αριθμός των μυϊκών ινών μιας κινητικής μονάδας εξαρτάται από το είδος του μυός. Η λεπτότητα των κινήσεων που επιτελεί έχει σχέση με τον αριθμό των μυϊκών ινών. Για παράδειγμα, οι μύες που κινούν τον οφθαλμικό βολβό έχουν πολύ μικρό αριθμό ινών, 10 -12



εικ. 8.6 Νευρομυϊκή σύναψη

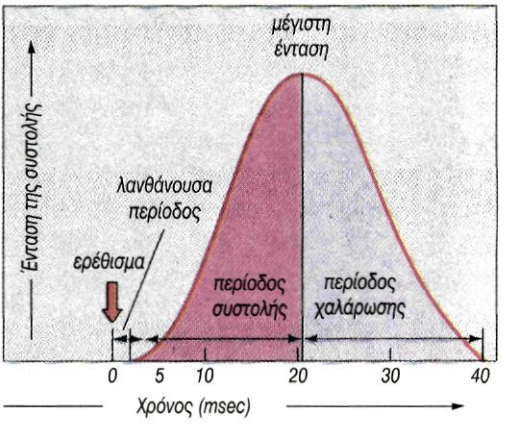
σε κάθε κινητική μονάδα (λεπτές κινήσεις), αντίθετα με τους μυς της ράχης και των κάτω άκρων, που έχουν μεγάλο αριθμό ινών, 600 - 1000 ανά κινητική μονάδα (αδρές κινήσεις).

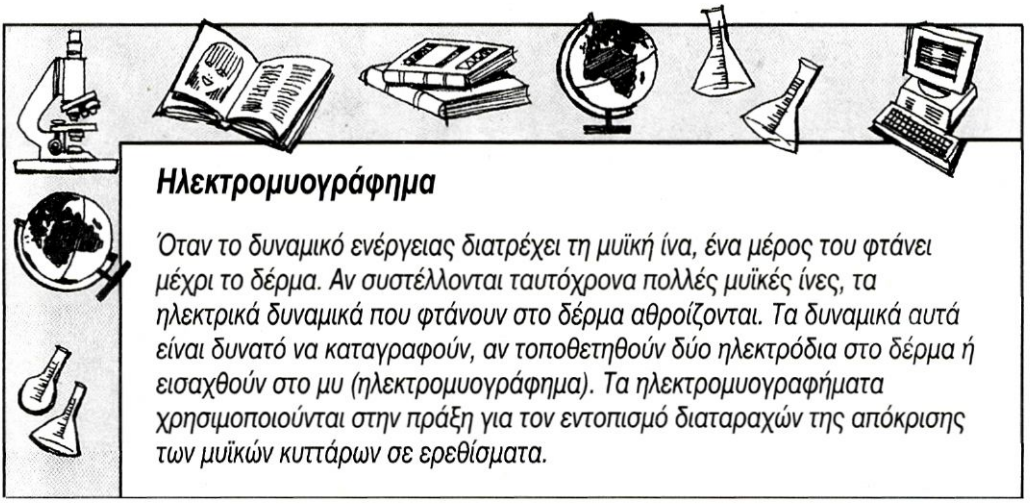
Για να συσταλεί μια μυϊκή ίνα, πρέπει το ερέθισμα που θα δεχτεί να έχει ορισμένη ένταση. Σε μικρότερης έντασης ερεθίσματα δε θα αντιδράσει καθόλου, ενώ σε μεγαλύτερης έντασης δε θα συμβεί επιπλέον σύσπαση. Δηλαδή οι μυϊκές ίνες ακολουθούν το νόμο του "όλα ή τίποτα", που σημαίνει ότι αν μία μυϊκή ίνα διεγερθεί, η ένταση της συστολής της είναι πάντα η ίδια.

Μυϊκή συστολή

Η γραμμωτή μυϊκή ίνα υπό την επίδραση ενός απλού ερεθίσματος επιτελεί μία **απλή μυϊκή συστολή**, η οποία εξελίσσεται σε τρία στάδια, όπως φαίνεται στο μυογράφημα (εικ. 8.7). Το πρώτο στάδιο, λανθάνων χρόνος, διαρκεί 5 msec και είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που το ερέθισμα φτάνει στη μυϊκή ίνα έως την έναρξη της συστολής της. Ο χρόνος αυτός είναι απαραίτητος για την απελευθέρωση των ιόντων ασβεστίου και την ενεργοποίηση των ινιδίων της ακτίνης. Το δεύτερο στάδιο, περίοδος συστολής, είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από την έναρξη της συστολής έως την επίτευξη της μέγιστης τιμής της και διαρκεί περίπου 40 msec. Η διάρκεια της περιόδου συστολής εξαρτάται από το είδος της μυϊκής ίνας και από το μήκος της. Το τελευταίο στάδιο, περίοδος χαλάρωσης, είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη μέγιστη συστολή έως την πλήρη χαλάρωση και η διάρκειά της είναι περίπου 50 msec. Αν κατά τη διάρκεια της απλής μυϊκής συστολής επιδράσουν αλλεπάλληλα ερεθίσματα με συγκεκριμένη συχνότητα, η μυϊκή συστολή ενισχύεται και παρατείνεται και η κατάσταση αυτή ονομάζεται **τετανική συστολή.**

εικ. 8.7 Μυογράφημα





Ηλεκτρομυογράφημα

Όταν το δυναμικό ενέργειας διατρέχει τη μυϊκή ίνα, ένα μέρος του φτάνει μέχρι το δέρμα. Αν συστέλλονται ταυτόχρονα πολλές μυϊκές ίνες, τα ηλεκτρικά δυναμικά που φτάνουν στο δέρμα αθροίζονται. Τα δυναμικά αυτά είναι δυνατό να καταγραφούν, αν τοποθετηθούν δύο ηλεκτρόδια στο δέρμα ή εισαχθούν στο μυ (ηλεκτρομυογράφημα). Τα ηλεκτρομυογραφήματα χρησιμοποιούνται στην πράξη για τον εντοπισμό διαταραχών της απόκρισης των μυϊκών κυττάρων σε ερεθίσματα.

Η συστολή του γραμμωτού μυός είναι αποτέλεσμα της συστολής των μυϊκών ινών. Η ένταση της συστολής του μυός είναι ανάλογη του αριθμού των μυϊκών ινών που συστέλλονται και της συχνότητας των ερεθισμάτων. Εάν ένα ερέθισμα είναι ασθενές, διεγείρεται μικρός αριθμός μυϊκών ινών (λίγες κινητικές μονάδες) και προκαλείται συστολή μικρής έντασης. Σε ισχυρότερο ερέθισμα διεγείρεται μεγαλύτερος αριθμός μυϊκών ινών (περισσότερες κινητικές μονάδες) με αποτέλεσμα συστολή μεγαλύτερης έντασης. Συνήθως οι μυϊκές ίνες ενός μυός δε συστέλλονται συγχρόνως και έτσι ο μυς δεν κουράζεται συνολικά. Κατά κανόνα η συστολή των μυών προκαλείται από αλλεπάλληλα συχνά ερεθίσματα, δηλαδή είναι τετανική συστολή.

Η συστολή μπορεί να είναι **ισοτονική**, αν ο μυς βραχύνεται και παράγει μηχανικό έργο, ή **ισομετρική**, όταν ο μυς δε βραχύνεται, δηλαδή το μήκος του δε μεταβάλλεται. Οι μυϊκές συστολές μπορεί να είναι ισοτονικές ή ισομετρικές. Οι περισσότερες όμως είναι μεικτές, όπως για παράδειγμα, κατά τη βάδιση, οι ισομετρικές βοηθούν τα άκρα να κρατηθούν άκαμπτα, όταν τα πόδια πατούν στο έδαφος, ενώ οι ισοτονικές να κινηθούν.

Γνωρίζετε ότι:

Η δύναμη που αναπτύσσεται από τους σκελετικούς μυς κατά τη συστολή τους μπορεί να φτάσει τα 30-40 N ανά cm^2 της εγκάρσιας διατομής τους. Σε ενήλικα άνδρα οι μύες στο σύνολό τους μπορούν να αναπτύξουν σε ισχυρή ισομετρική τετανική συστολή συνολική δύναμη 200.000 N.

Ακόμα και σε κατάσταση ανάπαυσης του οργανισμού οι μύες βρίσκονται σε διαρκή μικρής έντασης συστολή, που ονομάζεται **μυϊκός τόνος**. Με αυτόν τον τρόπο ο μυς διατηρείται σε ετοιμότητα, ώστε να μπορεί να συσπαστεί αμέσως, όταν χρειαστεί.

Σε έντονη μυϊκή δραστηριότητα οι ενεργειακές ανάγκες του μυός είναι αυξημένες, και δεν επαρκεί το οξυγόνο που φτάνει με το αίμα, για να γίνει η αερόβια κυτταρική αναπνοή. Προκειμένου να εξασφαλιστούν τα απαραίτητα ποσά ενέργειας, γίνεται αναερόβια η διάσπαση της γλυκόζης σε γαλακτικό οξύ (γαλακτική ζύμωση). Το γαλακτικό οξύ που συσσωρεύεται προκαλεί διακοπή της λειτουργίας πολλών κυτταρικών ενζυμικών συστημάτων, με αποτέλεσμα την ολική ή μερική ανικανότητα του μυός για συστολή. Αυτή η κατάσταση χαρακτηρίζεται ως **μυϊκός κάματος.** Ο πόνος που αισθανόμαστε ύστερα από έντονη μυϊκή δραστηριότητα οφείλεται στη συγκέντρωση διάφορων ουσιών όπως το γαλακτικό οξύ, οι οποίες προκαλούν κάματο.

Για να απομακρυνθεί το συσσωρευμένο γαλακτικό οξύ, απαιτείται οξυγόνο. Γι' αυτόν το λόγο ύστερα από έντονη μυϊκή δραστηριότητα εξακολουθούμε να λαχανιάζουμε για λίγα λεπτά. Το γαλακτικό οξύ απομακρύνεται με το αίμα στο ήπαρ, όπου το 20% της ποσότητάς του οξειδώνεται σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Η ενέργεια που απελευθερώνεται από αυτήν τη διαδικασία χρησιμοποιείται, γία να μετατρέψει το υπόλοιπο 80% σε γλυκόζη για μελλοντική χρήση.

Κράμπα

Η κράμπα είναι μια ακούσια παρατεταμένη συστολή του μυός. Εξαιτίας της προκαλείται ερεθισμός ορισμένων νευρικών απολήξεων και πόνος. Το φαινόμενο αυτό είναι σύνηθες στους αθλητές, ιδίως ύστερα από μακρά εξαντλητική προσπάθεια και έντονη εφίδρωση. Η κράμπα υποχωρεί συνήθως όταν τεντώσουμε το μυ και του κάνουμε ελαφριά εντριβή.

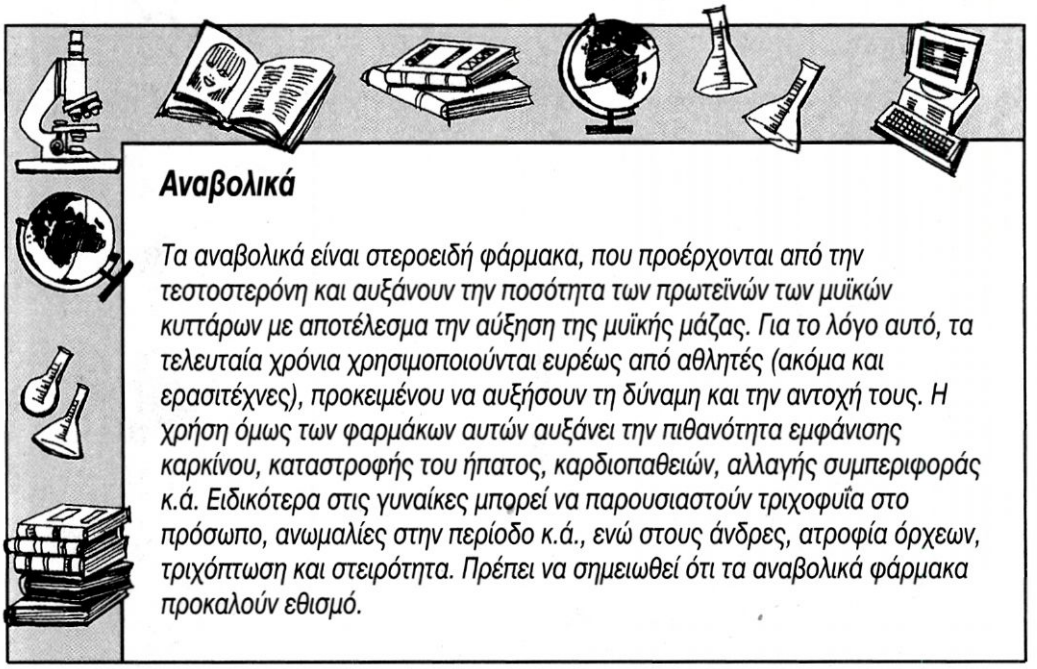
Διαταραχές του μυϊκού συστήματος

Μυϊκή δυστροφία

Η μυϊκή δυστροφία οφείλεται σε μεταλλάξεις γονιδίων, που κωδικοποιούν δομικές και λειτουργικές πρωτεΐνες των μυϊκών κυττάρων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την προοδευτική φθορά των μυών, που συνοδεύεται από μυϊκή αδυναμία. Η πιο γνωστή μυϊκή δυστροφία είναι η δυστροφία Duchenne, η οποία, επειδή οφείλεται σε φυλοσύνδετο γονίδιο, προσβάλλει κυρίως αγόρια.

Τέτανος

Ο τέτανος είναι μια σοβαρή ασθένεια, που οφείλεται στη μόλυνση από ένα πολύ κοινό βακτήριο, το κλωστρίδιο του τετάνου (Clostridium tetani). Το βακτήριο αυτό εισέρχεται στον οργανισμό διά μέσου μιας πληγής και απελευθερώνει μία ισχυρή τοξίνη, η οποία επιδρά στο νευρικό σύστημα. Αρχικά παρουσιάζονται πονοκέφαλος, ακαμψία, δυσκολία στην κατάποση, και τελικά εμφανίζεται μια γενικευμένη και παρατεταμένη συστολή των σκελετικών μυών. Μπορούμε να προλάβουμε την εμφάνιση έντονων συμπτωμάτων της ασθένειας, αν ύστερα από τον τραυματισμό χορηγήσουμε, το ταχύτερο δυνατό, αντιτετανικό ορό.
Ο τέτανος μπορεί να προληφθεί με εμβολιασμό κατά την παιδική ηλικία.



Αναβολικά

Τα αναβολικά είναι στεροειδή φάρμακα, που προέρχονται από την τεστοστερόνη και αυξάνουν την ποσότητα των πρωτεϊνών των μυϊκών κυττάρων με αποτέλεσμα την αύξηση της μυϊκής μάζας. Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται ευρέως από αθλητές (ακόμα και ερασιτέχνες), προκειμένου να αυξήσουν τη δύναμη και την αντοχή τους. Η χρήση όμως των φαρμάκων αυτών αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου, καταστροφής του ήπατος, καρδιοπαθειών, αλλαγής συμπεριφοράς κ.ά. Ειδικότερα στις γυναίκες μπορεί να παρουσιαστούν τριχοφυΐα στο πρόσωπο, ανωμαλίες στην περίοδο κ.ά., ενώ στους άνδρες, ατροφία όρχεων, τριχόπτωση και στειρότητα. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα αναβολικά φάρμακα προκαλούν εθισμό.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το μυϊκό σύστημα είναι το σύνολο των σκελετικών μυών του οργανισμού. Οι μύες αποτελούνται κυρίως από μυϊκό ιστό, τα κύτταρα του οποίου είναι οι μυϊκές ίνες. Οι μυϊκές ίνες μπορεί να είναι γραμμωτές, λείες ή καρδιακές, και η χαρακτηριστική ιδιότητά τους είναι η ικανότητα να συστέλλονται.

Η γραμμωτή μυϊκή ίνα είναι η λειτουργική μονάδα των γραμμωτών ή σκελετικών μυών. Περιέχει τις πρωτεΐνες, ακτίνη και μυοσίνη, οι οποίες με ένα μηχανισμό ολίσθησης προκαλούν τη συστολή της μυϊκής ίνας, και κατ' επέκταση του μυός.

Η συστολή του γραμμωτού μυός είναι αποτέλεσμα της συστολής των μυϊκών ινών. Οι μύες κινούν τα οστά στα οποία προσφύονται και έτσι κινείται το σώμα. Η συστολή μπορεί να είναι ισοτονική, αν ο μυς βραχύνεται, ή ισομετρική, όταν ο μυς δε βραχύνεται.

Συνήθως ένας μυς δέχεται αλλεπάλληλα ερεθίσματα κατά τη διάρκεια μιας απλής μυϊκής συστολής, οπότε η συστολή του παρατείνεται και έχουμε τετανική συστολή. Οι μυϊκές ίνες δε δρουν όλες μαζί για να μην κουράζεται ο μυς.

Σε έντονη μυϊκή δραστηριότητα συσσωρεύεται γαλακτικό οξύ, το οποίο προκαλεί μυϊκό κάματο.

Για τον εντοπισμό των διαταραχών της μυϊκής διέγερσης χρησιμοποιείται το ηλεκτρομυογράφημα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Στην παρακάτω εικόνα να τοποθετήσετε στη σωστή τους θέση τις ενδείξεις: γαστέρα, τένοντας, κατάφυση, έκφυση.

2. Πόσα είδη μυϊκών ινών γνωρίζετε και ποια είναι η χαρακτηριστική λειτουργία τους;

3. Για να επιτελέσει ένα μυϊκό κύτταρο μία απλή συστολή χρειάζεται:
   - Νευρικό ερέθισμα
   - Ιόντα Ca^{++}
   - ATP
   - Όλα παραπάνω.

   Να υπογραμμίσετε τη σωστή απάντηση.

4. Σε τι διαφέρει η απλή από την τετανική συστολή;

5. Από τι συνίσταται μια κινητική μονάδα; Ποιος είναι ο λειτουργικός της ρόλος;

6. Μία μυϊκή ίνα κάνει μία απλή συστολή, όταν δεχτεί ερέθισμα έντασης Α. Αν δεχτεί ερέθισμα διπλάσιας έντασης (2 Α), τι από τα παρακάτω περιμένετε να συμβεί; Η μυϊκή ίνα:
   α. δε θα αντιδράσει,
   β. θα κάνει απλή συστολή ίδιας έντασης
   γ. θα κάνει συστολή μεγαλύτερης έντασης.

7. Τι είναι ο μυϊκός κάματος. Ποιοι παράγοντες συντελούν στην εμφάνιση μυϊκού κάματου.

8. Παρατηρήστε δύο αθλητές καθώς αθλούνται. Έναν αθλητή άρσης βαρών και ένα μαραθωνοδρόμο. Τι είδους μυϊκές ίνες (λευκές ή ερυθρές) πιστεύετε ότι διαθέτει σε μεγαλύτερο ποσοστό ο καθένας; Αιτιολογήστε την απάντησή σας

9. Μια μυϊκή ίνα θα κάνει απλή μυϊκή συστολή της ίδιας έντασης είτε επιδράσει ένα ασθενές ερέθισμα είτε επιδράσει ένα ισχυρό. Αντίθετα, ένας μυς θα ασκήσει μεγαλύτερη δύναμη, αν επιδράσει το ισχυρό ερέθισμα. Να αιτιολογήσετε γιατί συμβαίνει αυτό.

10. Για την έκταση του πήχη ποιος μυς είναι ο κύριος και ποιος ο ανταγωνιστής;

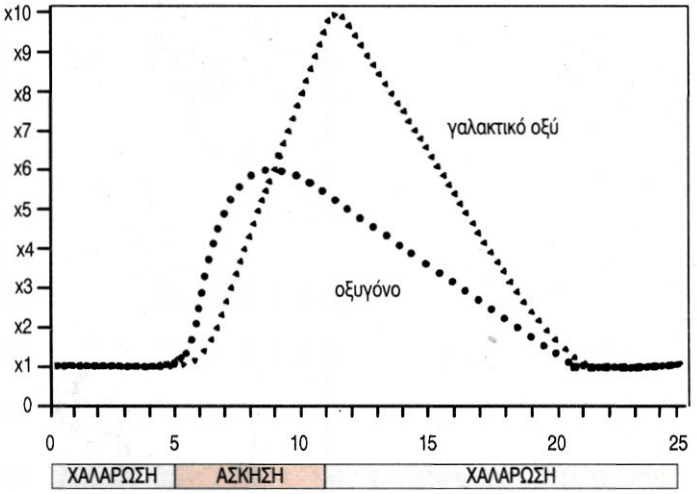
11. Ένας μαθητής τρέχει σε έναν κυλιόμενο διάδρομο. Με τη βοήθεια ενός σπιρόμετρου υπολογίζεται η κατανάλωση οξυγόνου και συγχρόνως μετριέται η περιεκτικότητα του γαλακτικού οξέος στο αίμα του. Οι μεταβολές στις τιμές του οξυγόνου και του γαλακτικού οξέος παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα.

α. Πόσα λεπτά διήρκεσε η άσκηση;

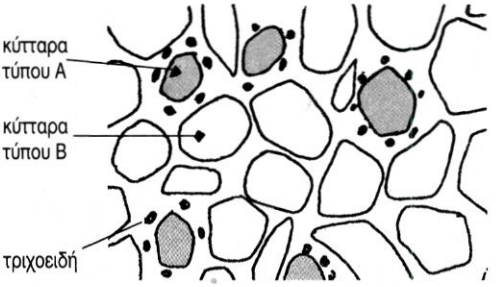
β. Πόσα λεπτά μετά την άσκηση ο μαθητής συνέχισε να αναπνέει με γρήγορο ρυθμό; Γιατί;

γ. Πού οφείλεται η αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα του;

δ. Σε ποιο όργανο και με ποιο μηχανισμό μειώθηκε το γαλακτικό οξύ;



12. Στο διπλανό σχήμα παρουσιάζεται μία εγκάρσια τομή σε ένα γραμμωτό μυ. Στο σχήμα παρατηρούμε δύο τύπους μυϊκών ινών, τις οποίες ονομάζουμε Α και Β.



Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις κυριότερες διαφορές μεταξύ αυτών των δύο τύπων μυϊκών ινών.

	Ίνες τύπου Α	**Ίνες τύπου Β**
Αριθμός τριχοειδών αγγείων που βρίσκονται σε επαφή με τη μεμβράνη τους	Πολυάριθμα	Λίγα
Μυοσφαιρίνη	Άφθονη	Λίγη
Γλυκογόνο	Λίγο	Άφθονο
Χαρακτηριστικά της συστολής	Βραδεία αλλά ασθενής	Γρήγορη αλλά ισχυρή

Με βάση τις πληροφορίες του σχήματος και του πίνακα:

α. Να αναγνωρίσετε ποιος από τους δύο τύπους αντιστοιχεί στις λευκές μυϊκές ίνες και ποιος στις ερυθρές.

β. Να αναφέρετε το μηχανισμό με τον οποίο ο κάθε τύπος προμηθεύεται την απαραίτητη ενέργεια για τη συστολή του.

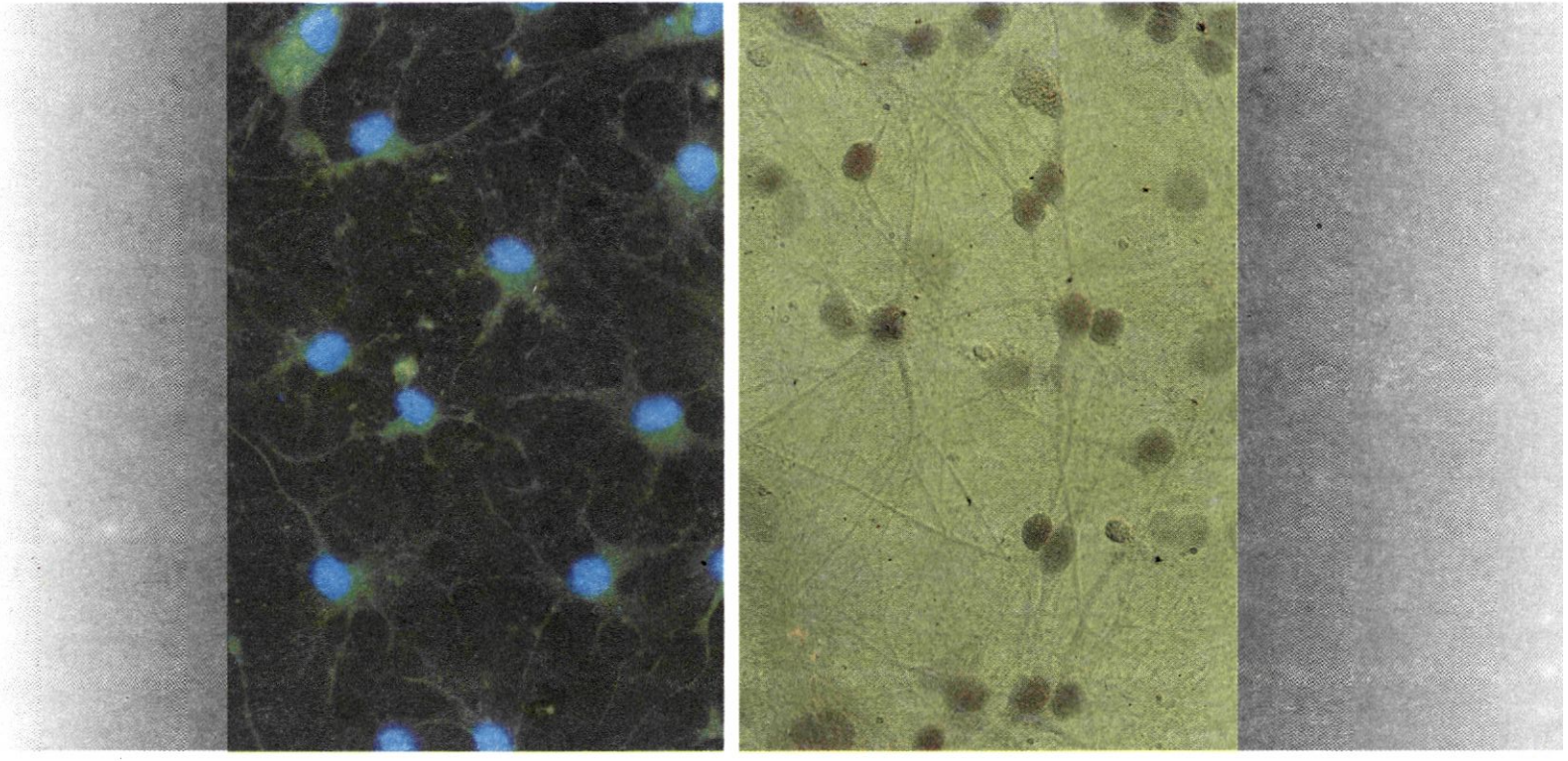
γ. Να υποδείξετε σε ποιον από τους δύο τύπους υπάρχουν περισσότερα μιτοχόνδρια.

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Να ερευνήσετε πώς η άθληση συμβάλλει στην καλή λειτουργία του μυϊκού συστήματος, καθώς και την επίδρασή της στα άλλα συστήματα του οργανισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9



Νευρικά κύτταρα (φωτογραφίες από οπτικό μικροσκόπιο και από μικροσκόπιο φθορισμού).

9. ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το **νευρικό σύστημα** μαζί με το **σύστημα των ενδοκρινών αδένων** συμβάλλουν στη διατήρηση σταθερού εσωτερικού περιβάλλοντος (ομοιόσταση), ελέγχοντας και συντονίζοντας τις λειτουργίες των υπόλοιπων συστημάτων του οργανισμού. Ο οργανισμός πρέπει να αντιλαμβάνεται και να αντιδρά ανάλογα στις μεταβολές του περιβάλλοντος. Οι πληροφορίες για τις μεταβολές αυτές συλλέγονται από τους υποδοχείς και μεταβιβάζονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Μετά την επεξεργασία των πληροφοριών το κεντρικό νευρικό σύστημα δίνει τις κατάλληλες εντολές στους μυς και στους αδένες. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στον οργανισμό να προσαρμόζει τις λειτουργίες του ανάλογα με τις μεταβολές του περιβάλλοντος, απαραίτητη προϋπόθεση για την επιβίωσή του.

Τα όργανα του νευρικού συστήματος είναι ο εγκέφαλος και ο νωτιαίος μυελός, που αποτελούν το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), και τα νεύρα, που αποτελούν το Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ).

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΝΕΥΡΙΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ

Τα όργανα του νευρικού συστήματος, δηλαδή ο εγκέφαλος, ο νωτιαίος μυελός και τα νεύρα αποτελούνται από νευρικό ιστό. Τα κύτταρα του νευρικού ιστού είναι δύο ειδών: τα **νευρικά κύτταρα** ή **νευρώνες** και τα **νευρογλοιακά κύτταρα.** Οι νευρώνες, που αποτελούν τη δομική και λειτουργική μονάδα του νευρικού συστήματος, έχουν την ιδιότητα να αντιδρούν σε συγκεκριμένες μεταβολές του περιβάλλοντος, όπως είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας, της πίεσης, της έντασης του φωτός, του pH κ.ά.

Τα νευρογλοιακά κύτταρα είναι πολύ περισσότερα από τους νευρώνες και έχουν βοηθητικό ρόλο.

Νευρώνες

Κάθε νευρώνας αποτελείται από το **κυτταρικό σώμα** και από τις **αποφυάδες** (εικ. 9.1). Το κυτταρικό σώμα περιέχει τον πυρήνα και τα οργανίδια του κυττάρου. Οι νευρικές αποφυάδες διακρίνονται στους δενδρίτες και στο νευράξονα ή νευρίτη. Οι **δενδρίτες** είναι συνήθως μικρές σε μήκος αποφυάδες με πολλές διακλαδώσεις. Ο **νευράξονας** ή **νευρίτης** έχει μήκος που σε ορισμένες περιπτώσεις φτάνει το ένα μέτρο. Διακλαδίζεται σε πολλές μικρές απολήξεις, καθεμία από τις οποίες καταλήγει σε ειδικό άκρο, το τελικό κομβίο.

Οι νευρώνες παρουσιάζουν μορφολογικές και λειτουργικές διαφορές και διακρίνονται, ανάλογα με τη λειτουργία που επιτελούν, σε αισθητικούς, κινητικούς και ενδιάμεσους. Οι **αισθητικοί νευρώνες** μεταφέρουν μηνύματα από τις διάφορες περιοχές του σώματος στο νωτιαίο μυελό και στον εγκέφαλο. Αντίθετα, οι **κινητικοί νευρώνες** μεταφέρουν τα μηνύματα από τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό στα εκτελεστικά όργανα, τα οποία απαντούν είτε με σύσπαση (μύες) είτε με έκκριση ουσιών (αδένες). Τέλος, οι **ενδιάμεσοι** ή **συνδετικοί νευρώνες** βρίσκονται αποκλειστικά στον εγκέφαλο και στο νωτιαίο μυελό και κατευθύνουν τα μηνύματα που προέρχονται από τους αισθητικούς νευρώνες στις κατάλληλες περιοχές του εγκεφάλου ή του νωτιαίου μυελού. Μεταφέρουν επίσης τα μηνύματα από μία πε-

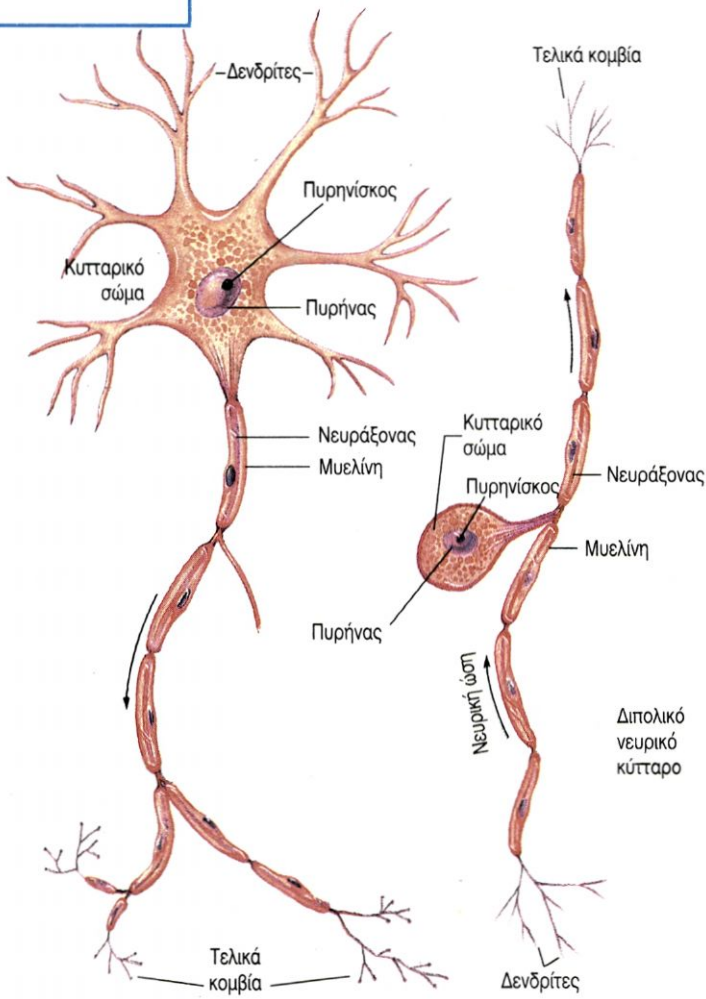
ριοχή του εγκεφάλου ή του νωτιαίου μυελού σε μία άλλη και τελικά στους κατάλληλους κινητικούς νευρώνες.

Γνωρίζετε ότι:

Στον εγκέφαλο υπάρχουν περίπου 100 δισεκατομμύρια νευρώνες, οι νευρικές αποφυάδες των οποίων έχουν συνολικό μήκος περίπου 2.000.000 km. Από την ηλικία των 30 ετών ο αριθμός των νευρώνων αρχίζει να μειώνεται. Εκτιμάται ότι το βάρος του εγκεφάλου ενός ατόμου ηλικίας 75 ετών, λόγω της απώλειας νευρώνων, έχει μειωθεί κατά 44%.

Νευρογλοιακά κύτταρα

Τα **νευρογλοιακά κύτταρα** (νεύρο και γλοία = κόλλα) έχουν ποικίλα σχήματα και ειδικές λειτουργίες. Τα βοηθητικά αυτά κύτταρα προμηθεύουν με θρεπτικά συστατικά το νευρώνα και χρησιμεύουν στην απορρόφηση και απομάκρυνση των άχρηστων ουσιών από αυτούς. Τα νευρογλοιακά κύτταρα, που περιβάλλουν το νευράξονα των περισσότερων από τους νευρώνες, συμβάλλουν στη μόνωσή του και στην επιτάχυνση της μεταφοράς της νευρικής ώσης.



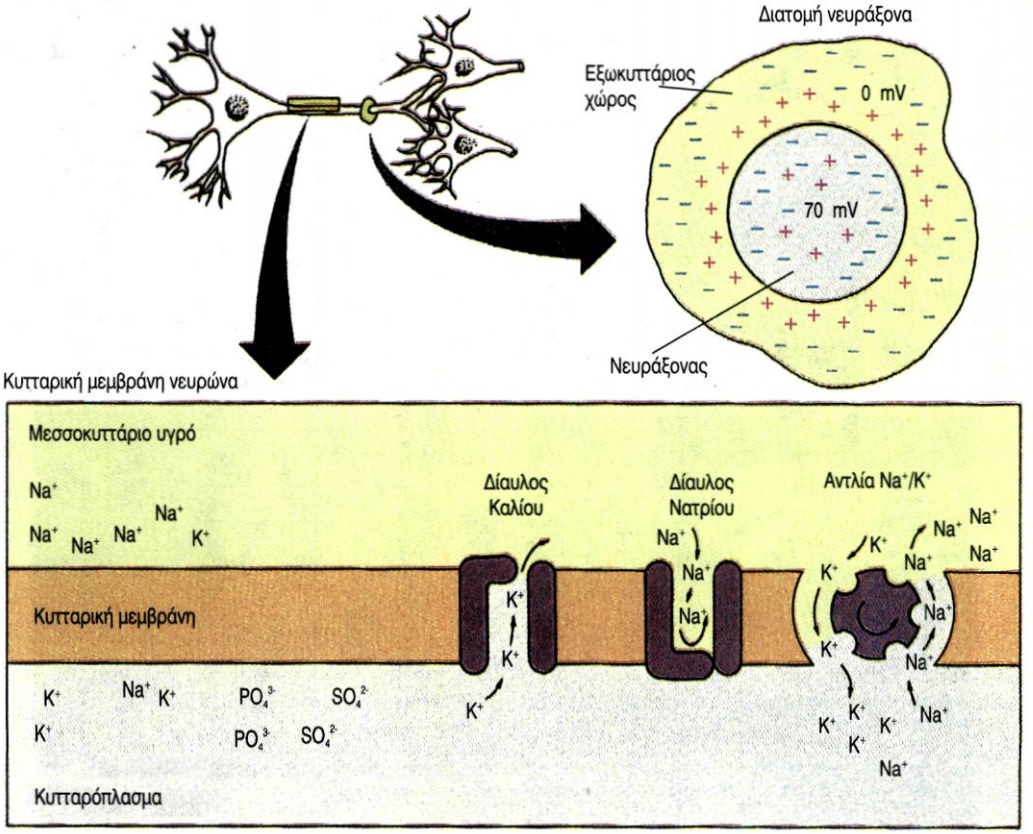
εικ. 9.1 Νευρικά κύτταρα

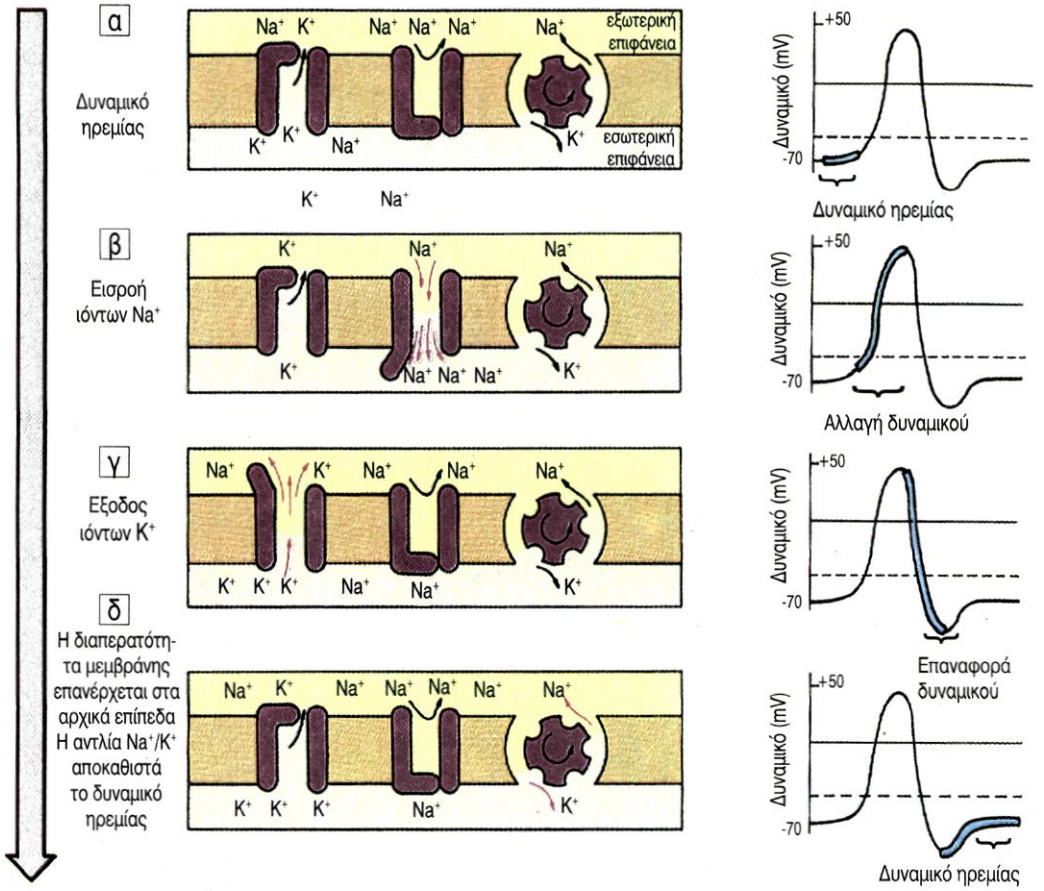
Δυναμικό ηρεμίας

Στην εξωτερική επιφάνεια της κυτταρικής μεμβράνης ενός νευρώνα που βρίσκεται σε ηρεμία, δηλαδή που δε δέχεται ερεθίσματα, υπάρχει υψηλή συγκέντρωση ιόντων νατρίου (Na^+), ενώ στην εσωτερική επιφάνεια υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση ιόντων καλίου (K^+) και αρνητικών ιόντων (όπως PO_4^{3-}, SO_4^{2-} κ.ά.) (εικ. 9.2). Η μεμβράνη διατηρεί την άνιση αυτή κατανομή των ιόντων με τη βοήθεια ενός μηχανισμού ενεργητικής μεταφοράς, της **αντλίας Na^+/K^+**, που βρίσκεται στη μεμβράνη του νευρικού κυττάρου. Η αντλία Na^+/K^+ για κάθε τρία Na^+ που απομακρύνει από το εσωτερικό του κυττάρου μεταφέρει ταυτόχρονα στο εσωτερικό δύο K^+. Τα αρνητικά ιόντα διαχέονται ελάχιστα.

Η μεγάλη συγκέντρωση θετικών ιόντων στην εξωτερική επιφάνεια της μεμβράνης και αρνητικών ιόντων στην εσωτερική δημιουργούν διαφορά δυναμικού. Το δυναμικό αυτό ονομάζεται **δυναμικό ηρεμίας** και είναι περίπου -70 mV (επειδή η εσωτερική επιφάνεια της μεμβράνης είναι ηλεκτραρνητικά φορτισμένη σε σχέση με την εξωτερική). Η μεμβράνη του νευρώνα διατηρεί το δυναμικό ηρεμίας για όσο διάστημα δε δέχεται κάποιο ερέθισμα ή, όταν δέχεται ερεθίσματα, με ένταση μικρότερη από κάποια οριακή τιμή.

εικ. 9.2 Κατανομή ιόντων στη μεμβράνη του νευρώνα στο δυναμικό ηρεμίας





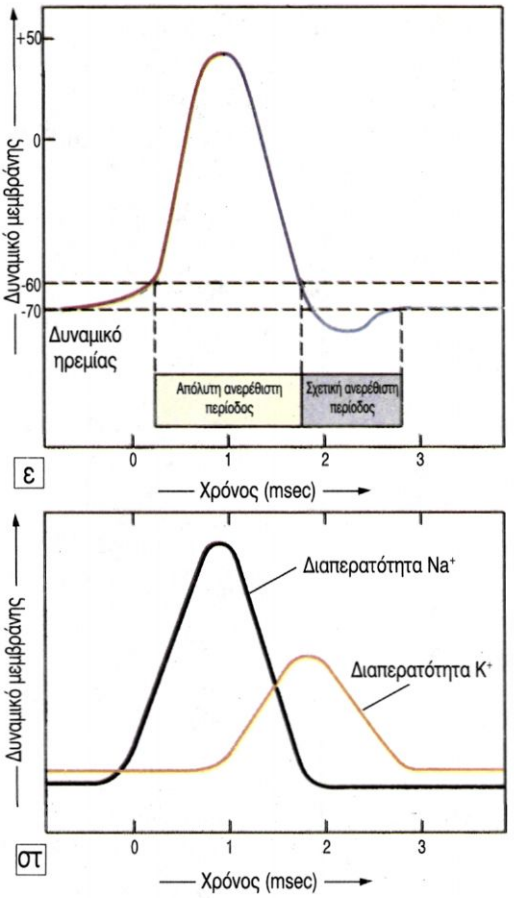
εικ. 9.3 α-δ Δημιουργία δυναμικού ενέργειας στη μεμβράνη του νευράξονα

Νευρική ώση

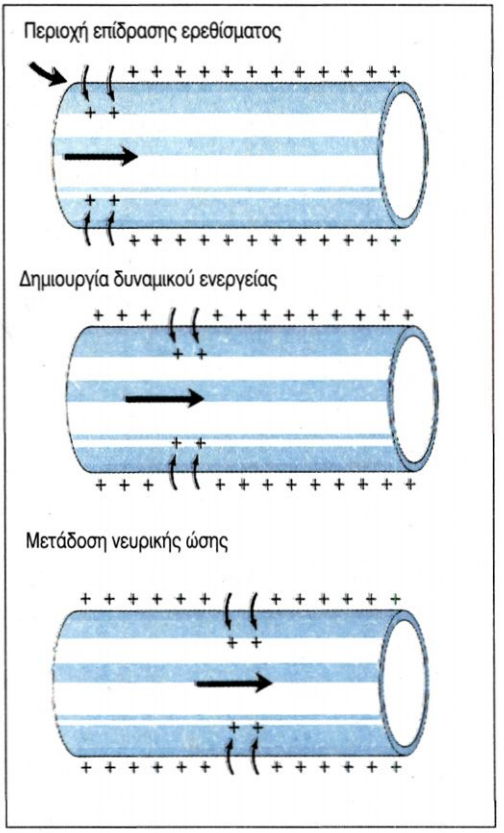
Οι μεταβολές του περιβάλλοντος αποτελούν **ερεθίσματα,** τα οποία επιδρούν στο δυναμικό ηρεμίας. Όταν ένας νευρώνας δεχτεί σε κάποιο σημείο της μεμβράνης του ερέθισμα με ένταση μεγαλύτερη από μία συγκεκριμένη τιμή, που διαφέρει από νευρώνα σε νευρώνα, τότε αυξάνεται, για 1 msec, περίπου, η διαπερατότητα της μεμβράνης σε ιόντα νατρίου. Τα Na^+ εισρέουν (λόγω διαφοράς στη συγκέντρωση) μαζικά στο κύτταρο, η εσωτερική επιφάνεια της μεμβράνης φορτίζεται θετικά σε σχέση με την εξωτερική και η διαφορά του δυναμικού φτάνει στη τιμή των +50mV περίπου (εικ. 9.3β). Στη συνέχεια, αυξάνεται, για μικρό διάστημα, η διαπερατότητα στα ιόντα καλίου, αυτά εξέρχονται (λόγω διαφοράς στη συγκέντρωση) μαζικά από το κύτταρο και το δυναμικό της μεμβράνης φτάνει σε τιμές μικρότερες των -70 mV (εικ. 9.3γ).

Όταν η διαπερατότητα της μεμβράνης επανέλθει στα επίπεδα που βρισκόταν πριν από την επίδραση του ερεθίσματος, και με τη βοήθεια της αντλίας Na^+/K^+, η κατανομή των ιόντων επανέρχεται στα αρχικά επίπεδα και αποκαθίσταται το δυναμικό ηρεμίας στα –70 mV (εικ. 9.3δ).

Οι σύντομες μεταβολές στο δυναμικό της μεμβράνης (δυναμικό ενεργείας) αποτελούν το ερέθισμα για αντίστοιχες αλλαγές σε



εικ. 9.3 ε. Μεταβολές στο δυναμικό στ. μεταβολές στη διαπερατότητα των Na^+, K^+



9.4. Νευρική ώση

γειτονικές περιοχές της μεμβράνης. Με αυτό τον τρόπο το δυναμικό ενεργείας μεταδίδεται κατά μήκος του νευράξονα και αποτελεί τη **νευρική ώση** (εικ. 9.4).

Τα ερεθίσματα τα οποία μπορούν να προκαλέσουν δημιουργία νευρικής ώσης είναι χημικά, ηλεκτρικά, μηχανικά, θερμικά κ.ά. Ερεθίσματα με ένταση μικρότερη από μια οριακή τιμή δεν προκαλούν νευρική ώση.

Ο νευρώνας μπορεί να απαντήσει σε ένα νέο ερέθισμα μόνο μετά την παρέλευση 0,5-2 msec από τη δημιουργία νευρικής ώσης. Το διάστημα αυτό ονομάζεται απόλυτη **ανερέθιστη περίοδος.**

Συνάψεις

Οι νευρώνες συνδέονται με άλλους νευρώνες (ή εκτελεστικά όργανα) με τη βοήθεια συνάψεων. **Σύναψη** είναι η περιοχή λειτουργικής σύνδεσης των τελικών κομβίων του νευράξονα ενός νευρώνα με άλλα νευρικά κύτταρα ή με ειδικά διαμορφωμένες θέσεις των **εκτελεστικών οργάνων** (μυών ή αδένων) (εικ. 9.5α).

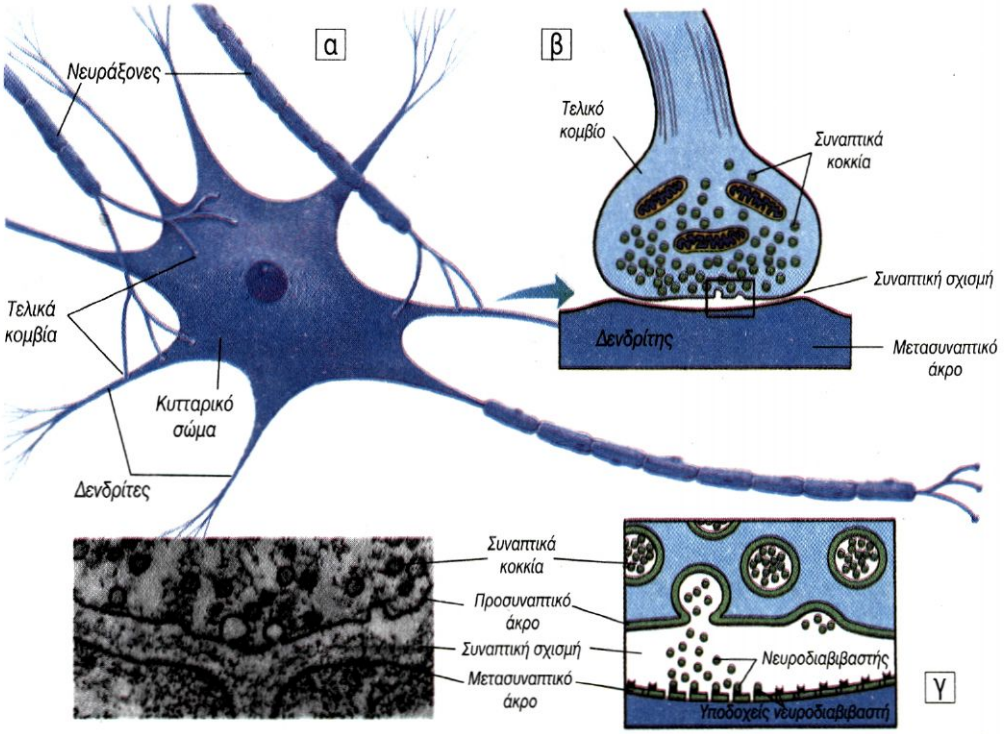
Η μεταφορά της νευρικής ώσης μέσω των συνάψεων πραγματοποιείται συνήθως με τη βοήθεια χημικών ενώσεων που παράγει το νευρικό κύτταρο, των **νευροδιαβιβαστών**, οι οποίες εκκρίνονται από τα τελικά κομβία των νευραξόνων (χημική σύναψη). Ο πιο διαδεδομένος νευροδιαβιβαστής στο ΚΝΣ και στο ΠΝΣ είναι η ακετυλοχολίνη.

Σε μία σύναψη μπορούμε να διακρίνουμε το **προσυναπτικό άκρο** (τα τελικά κομβία ενός νευρικού κυττάρου), στο οποίο υπάρχουν πολυάριθμα μιτοχόνδρια και συναπτικά κοκκία (κυστίδια), που περιέχουν τη νευροδιαβιβαστική ουσία. Επίσης, το **μετασυναπτικό άκρο**, που είναι η υποδεκτική επιφάνεια του νευρώνα ή του εκτελεστικού οργάνου, και στο οποίο βρίσκονται οι υποδοχείς της νευροδιαβιβαστικής ουσίας. Το προσυναπτικό και το μετασυναπτικό άκρο δε βρίσκονται σε επαφή, και ο χώρος ανάμεσά τους, η συναπτική σχισμή, έχει πάχος 15-20 nm (εικ. 9.5β).

Ένα ερέθισμα με ένταση μεγαλύτερη μιας συγκεκριμένης τιμής δημιουργεί τοπικές αλλαγές στο δυναμικό της μεμβράνης, οι οποίες στη συνέχεια μεταδίδονται σε όλο το μήκος του νευράξονα. Όταν μία νευρική ώση φτάσει στα τελικά κομβία ενός νευρώνα, απελευθερώνονται νευροδιαβιβαστικές ουσίες. Στη συνέχεια, ο νευροδιαβιβαστής διαχέεται στη συναπτική σχισμή και προσδένεται στους υποδοχείς του μετασυναπτικού άκρου (εικ. 9.5γ). Στην περίπτωση που ο νευροδιαβιβαστής δρα διεγερτικά, προκαλεί αύξηση στη διαπερατότητα της μετασυναπτικής μεμβράνης σε Na^+. Η μαζική εισροή ιόντων νατρίου έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νευρικής ώσης κατά μήκος του νευράξονα του μετασυναπτικού νευρώνα.

Η νευροδιαβιβαστική ουσία δρα για περιορισμένο χρονικό διάστημα, διότι είτε επαναρροφάται από το προσυναπτικό άκρο είτε αποικοδομείται με τη βοήθεια ενζύμων.

Οι συνάψεις καθορίζουν την **κατεύθυνση** μεταφοράς των νευρικών ώσεων, διότι μπορούν να μεταφερθούν μόνο από το προσυναπτικό προς το μετασυναπτικό άκρο.



εικ. 9.5 α. Σύναψη β. Τελικό κόμβιο και μετασυναπτικό άκρο γ. Απελευθέρωση νευροδιαβιβαστή

Νόσος Parkinson: Μια ασθένεια που σχετίζεται με τη μείωση παραγωγής νευροδιαβιβαστών

Το 1871 ο James Parkinson περιέγραψε τα συμπτώματα μιας ασθένειας, που σήμερα φέρει το όνομά του. Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της ασθένειας αυτής κάνουν την εμφάνισή τους στην 5η ή 6η δεκαετία της ζωής του ατόμου και είναι το ρυθμικό τρέμουλο των μυών, η δυσκολία στο ξεκίνημα εκτέλεσης μιας εκούσιας κίνησης και η βραδύτητα στην εκτέλεση κινήσεων. Στον εγκέφαλο των ατόμων που πάσχουν από Parkison βρέθηκαν μειωμένα ποσά των νευροδιαβιβαστών νοραδρεναλίνης, σεροτονίνης και ιδιαίτερα της ντοπαμίνης. Τα συμπτώματα της ασθένειας συχνά ελαττώνονται με ενδοφλέβια χορήγηση της ουσίας L-3,4,υδρόξυφαινυλαλανίνη (L-DOPA). Το αμινοξύ αυτό είναι πρόδρομη ένωση της ντοπαμίνης και οι θεραπευτικές ιδιότητές του αποδίδονται στη μετατροπή του στον εγκέφαλο των ασθενών σε ντοπαμίνη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το νευρικό σύστημα αποτελείται από τον εγκέφαλο, το νωτιαίο μυελό και τα νεύρα. Όλα αυτά τα τμήματα του νευρικού συστήματος συνίστανται κυρίως από τα κύτταρα του νευρικού ιστού (νευρώνες και νευρογλοιακά κύτταρα). Οι νευρώνες είναι ειδικά διαφοροποιημένα κύτταρα και αποτελούνται από το κυτταρικό σώμα και από τις αποφυάδες του: τους δενδρίτες και το νευρίτη. Τα νευρογλοιακά κύτταρα είναι βοηθητικά κύτταρα.

Στη μεμβράνη του νευρώνα, όταν δε δέχεται ερεθίσματα, υπάρχει διαφορά δυναμικού (–70mV), που ονομάζεται δυναμικό ηρεμίας. Όταν η μεμβράνη δεχτεί ερέθισμα με ένταση μεγαλύτερη από μία οριακή τιμή, τότε, λόγω αλλαγών στη διαπερατότητα της μεμβράνης ως πρός τα K^+ και Na^+, δημιουργούνται αλλαγές στο δυναμικό οι οποίες μεταφέρονται κατά μήκος του νευράξονα (νευρική ώση).

Οι νευρικές ώσεις μεταδίδονται από νευρώνα σε νευρώνα ή από νευρώνα σε εκτελεστικά όργανα διά μέσου των συνάψεων και με τη βοήθεια των νευροδιαβιβαστών.

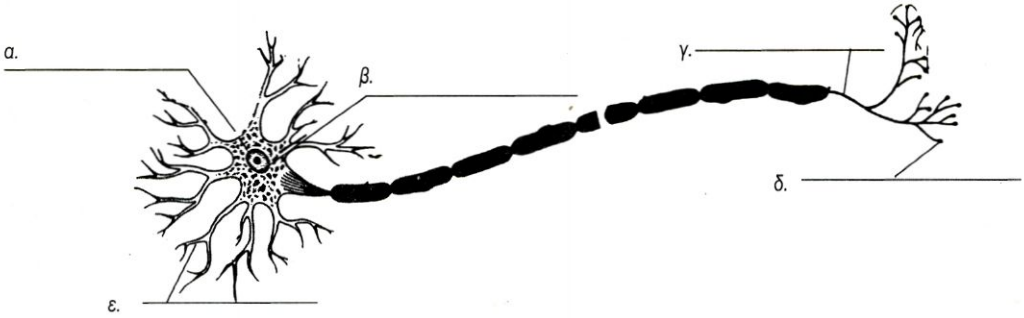
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να συμπληρώσετε τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις:
   Κάθε νευρώνας αποτελείται από το .... και από τις ..... Οι τελευταίες διακρίνονται στους ..... και στον ..... ή..... Οι νευρώνες, ανάλογα με τη λειτουργία που επιτελούν, διακρίνονται σε ....., σε ..... και σε ..... ή .....

2. Να σχηματίσετε τα σωστά ζευγάρια

α. Τελικά κομβία	1. Άνιση κατανομή ιόντων
β. Νευρογλοιακά κύτταρα	2. Προσυναπτικό άκρο
γ. Εκκριτικά κοκκία	3. Βοηθητικός ρόλος
δ. Αντλία Na^+/K^+	4. Νευροδιαβιβαστής

3. Να αναγνωρίσετε και να κατονομάσετε τα τμήματα του νευρικού κυττάρου στο παρακάτω σχήμα.



4. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα

Τύπος νευρώνα	Λειτουργία
Αισθητικός	
Κινητικός	
Ενδιάμεσος	

5. Να σημειώσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας:
   α. Η επίδραση οποιουδήποτε ερεθίσματος έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νευρικής ώσης στο νευρώνα.
   β. Όταν ο νευρώνας βρίσκεται σε ηρεμία, η συγκέντρωση των ιόντων Na^+ στο εξωτερικό είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση ιόντων Na^+ στο εσωτερικό.
   γ. Όταν ο νευρώνας βρίσκεται σε ηρεμία η συγκέντρωση των ιόντων K^+ στο εξωτερικό είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση ιόντων K^+ στο εσωτερικό.
   δ. Η νευρική ώση μπορεί να μεταφερθεί μόνο από το προσυναπτικό προς το μετασυναπτικό άκρο.

6. Τι είναι το δυναμικό ηρεμίας και πώς δημιουργείται;

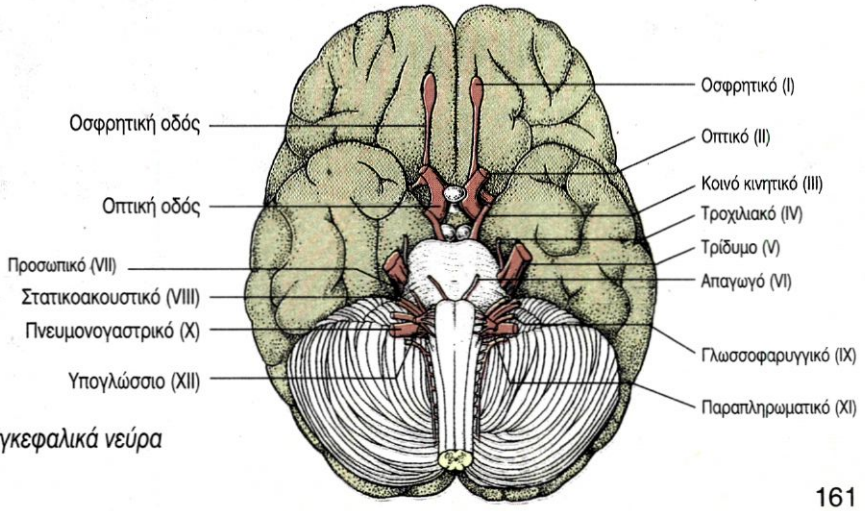
7. Με ποιο τρόπο δημιουργείται η νευρική ώση;

ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Νεύρα

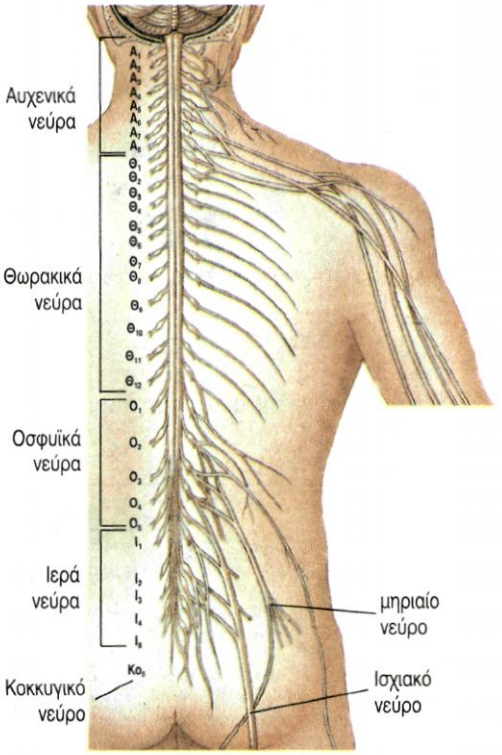
Τα **νεύρα** αποτελούνται από δεσμίδες μακριών δενδριτών ή / και νευραξόνων, οι οποίες συγκρατούνται με τη βοήθεια συνδετικού ιστού. Οι νευρικές αποφυάδες που συνιστούν τα νεύρα περιβάλλονται από νευρογλοιακά κύτταρα και έχουν λευκή, γυαλιστερή όψη. Τα κυτταρικά σώματα των νευρώνων, των οποίων οι αποφυάδες συγκροτούν τα νεύρα, βρίσκονται είτε σε περιοχές του ΚΝΣ (εγκέφαλος και νωτιαίος μυελός) είτε στα **γάγγλια,** τα οποία είναι αθροίσματα σωμάτων νευρικών κυττάρων εκτός του ΚΝΣ. Τα νεύρα, ανάλογα με τη λειτουργία τους, διακρίνονται σε **αισθητικά,** τα οποία αποτελούνται από αποφυάδες αισθητικών νευρώνων, σε **κινητικά,** τα οποία αποτελούνται από νευράξονες κινητικών νευρώνων και σε **μεικτά,** τα οποία περιέχουν και τα δύο είδη αποφυάδων.

Στον άνθρωπο υπάρχουν 12 ζεύγη **εγκεφαλικών νεύρων,** τα οποία είναι αισθητικά, κινητικά ή μεικτά (εικ. 9.6). Εκφύονται από τον εγκέφαλο και νευρώνουν κυρίως περιοχές της κεφαλής και του λαιμού.



εικ. 9.6 Εγκεφαλικά νεύρα

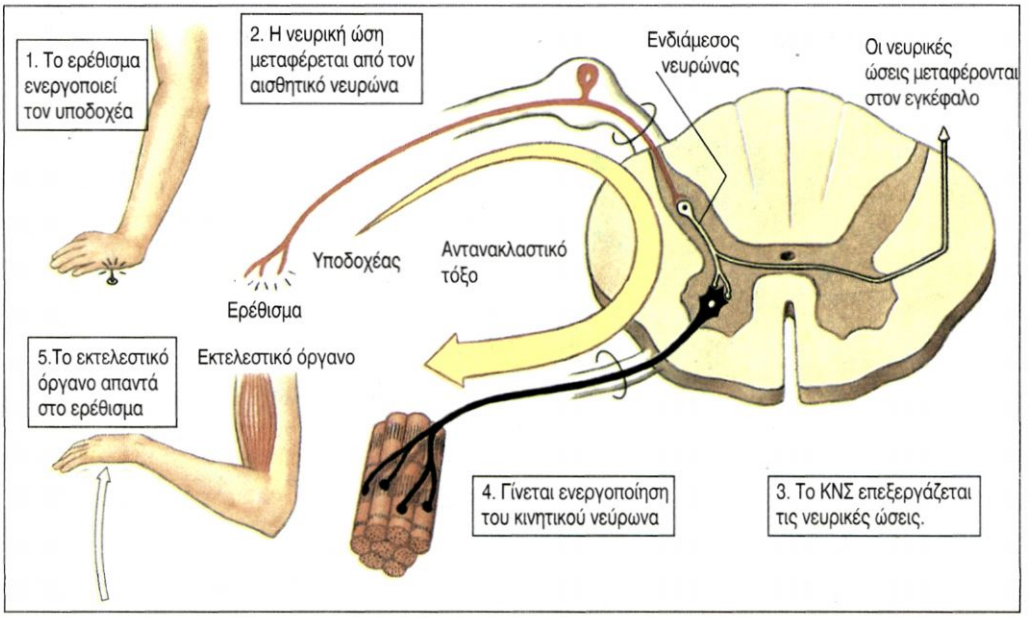
Από το νωτιαίο μυελό εκφύονται 31 ζεύγη **νωτιαίων νεύρων** (εικ. 9.7). Όλα τα νωτιαία νεύρα είναι μεικτά, σχηματίζονται από αποφυάδες αισθητικών και κινητικών νευρώνων και νευρώνουν τον αυχένα, τον κορμό και τα άκρα.



εικ. 9.7 Νωτιαία νεύρα

Νευρικές οδοί - Αντανακλαστικά

Νευρική οδός είναι η διαδρομή που ακολουθούν οι νευρικές ώσεις μέσα στο νευρικό σύστημα. Οι οδοί που μεταφέρουν νευρικές ώσεις από το ΚΝΣ στα εκτελεστικά όργανα ονομάζονται **κινητικές** ή **φυγόκεντρες**, ενώ αυτές που μεταφέρουν νευρικές ώσεις από την περιφέρεια στο ΚΝΣ ονομάζονται **αισθητικές** ή **κεντρομόλοι**. Η απλούστερη νευρική οδός είναι το **αντανακλαστικό τόξο**, το οποίο συνήθως αποτελείται από τον αισθητικό νευρώνα, τους ενδιάμεσους νευρώνες και τους κινητικούς νευρώνες (εικ. 9.8). Οι ενδιάμεσοι νευρώνες αποτελούν το κέντρο επεξεργασίας του ερεθίσματος (Πίνακας 9.1).



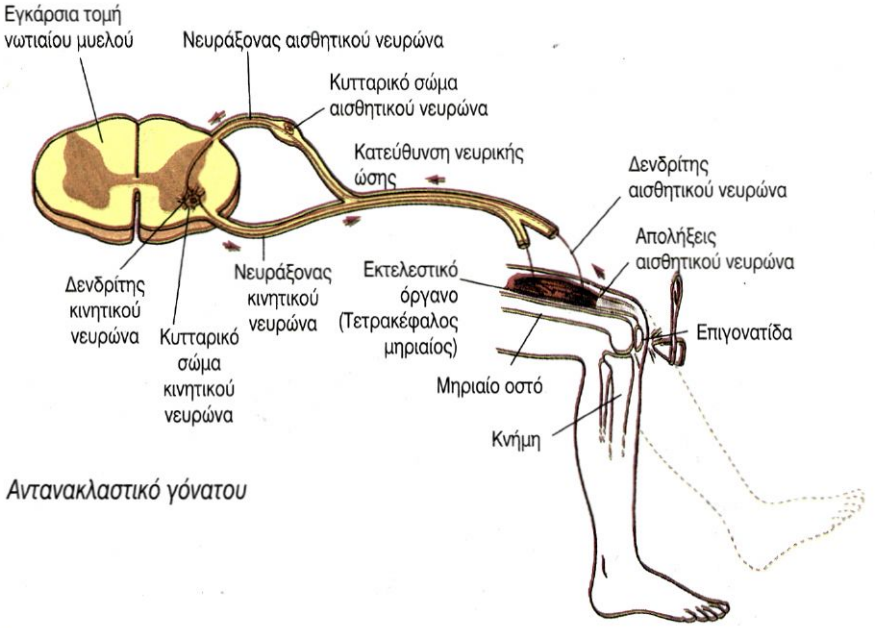
εικ 9.8 Αντανακλαστικό τόξο

Πίνακας 9.1: Τμήματα αντανακλαστικού τόξου και λειτουργίες τους

Τμήματα αντανακλαστικού τόξου	Λειτουργία
Υποδοχέας	Είναι ευαίσθητος σε ειδικό τύπο αλλαγών του περιβάλλοντος. Οι αλλαγές έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νευρικών ώσεων.
Αισθητικός νευρώνας	Μεταφέρει τη νευρική ώση από τον υποδοχέα στο νωτιαίο μυελό.
Ενδιάμεσος νευρώνας	Είναι το κέντρο επεξεργασίας. Μεταφέρει τη νευρική ώση από τον αισθητικό νευρώνα α) στον κινητικό νευρώνα και β) στον εγκέφαλο.
Κινητικός νευρώνας	Μεταφέρει τη νευρική ώση από το νωτιαίο μυελό στα εκτελεστικά όργανα.
Εκτελεστικό όργανο	Αποκρίνεται στο ερέθισμα (νευρική ώση) που προέρχεται από τον κινητικό νευρώνα. Οι αδένες εκκρίνουν ουσίες και οι μύες συσπώνται.

Τα **αντανακλαστικά** είναι αυτόματες, ακούσιες απαντήσεις τις οποίες δίνει ο οργανισμός σε αλλαγές που πραγματοποιούνται μέσα ή έξω από το σώμα. Μέσω των αντανακλαστικών ελέγχονται απαντήσεις που πρέπει να εκδηλωθούν με ταχύτητα όπως οι αντιδράσεις σε κατάστάση έκτακτης ανάγκης και η αυτόματη διατήρηση της ισορροπίας. Τα αντανακλαστικά βοηθούν στη διατήρηση της ομοιόστασης του οργανισμού όπως, για παράδειγμα, στη ρύθμιση του καρδιακού και του αναπνευστικού ρυθμού, της πίεσης του αίματος κ.ά. Σε ορισμένα αντανακλαστικά, όπως είναι το άνοιγμα και κλείσιμο των βλεφάρων του οφθαλμού, συμμετέχει ο εγκέφαλος, ενώ σε άλλα, όπως η απομάκρυνση του χεριού από θερμό ή αιχμηρό αντικείμενο δε συμμετέχει.

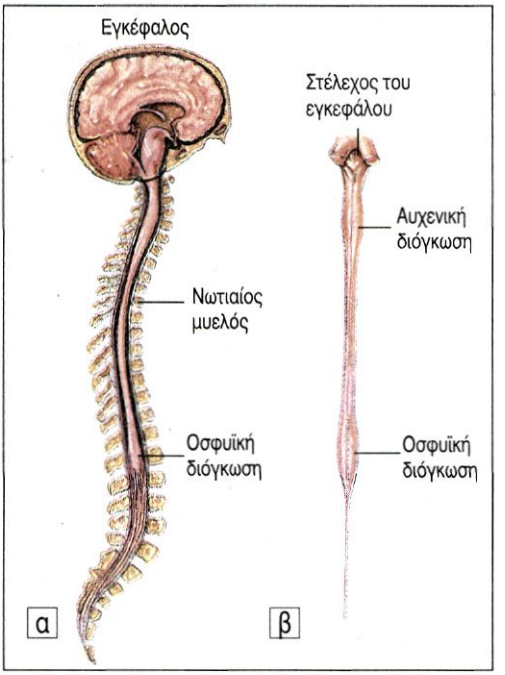
Στο αντανακλαστικό του γόνατου συμμετέχουν δύο μόνο νευρώνες: ένας αισθητικός και ένας κινητικός. Οι απολήξεις του αισθητικού νευρώνα βρίσκονται στον τετρακέφαλο μηριαίο μυ και διεγείρονται ύστερα από κτύπημα στο σύνδεσμο της επιγονατίδας. Οι νευρικές ώσεις που δημιουργούνται φτάνουν στο νωτιαίο μυελό, όπου ο αισθητικός νευρώνας σχηματίζει σύναψη με τους δενδρίτες του κινητικού νευρώνα. Διά μέσου του κινητικού νευρώνα επιστρέφουν στο μυ, ο οποίος συσπάται με αποτέλεσμα την έκταση της κνήμης. Το αντανακλαστικό του γόνατου βοηθά στη διατήρηση της όρθιας στάσης (εικ. 9.9)



εικ. 9.9 Αντανακλαστικό γόνατου

ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα συντονίζει όλες τις λειτουργίες του οργανισμού. Αποτελείται από τον **εγκέφαλο** και από το **νωτιαίο μυελό** (εικ. 9.10α). Τα όργανα αυτά προστατεύονται μέσα στην κρανιακή κοιλότητα και το σπονδυλικό σωλήνα, αντίστοιχα. Επιπρόσθετα, τόσο ο εγκέφαλος όσο και ο νωτιαίος μυελός περιβάλλονται από τρεις προστατευτικές μεμβράνες, τις **μήνιγγες**. Ανάμεσα στις δύο εσωτερικές μήνιγγες (υπαραχνοειδής χώρος) κυκλοφορεί το **εγκεφαλονωτιαίο υγρό**, το οποίο μειώνει τους κραδασμούς και συμβάλλει στη στήριξη και θρέψη του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού. Το εγκεφαλονωτιαίο υγρό κυκλοφορεί, επίσης, στον κεντρικό νευρικό σωλήνα του νωτιαίου μυελού και στις **κοιλίες του εγκεφάλου.** Αυτές είναι τέσσερις κοιλότητες στο εσωτερικό του εγκεφάλου, στις οποίες παράγεται το εγκεφαλονωτιαίο υγρό, και επικοινωνούν με τον κεντρικό νευρικό σωλήνα του νωτιαίου μυελού.

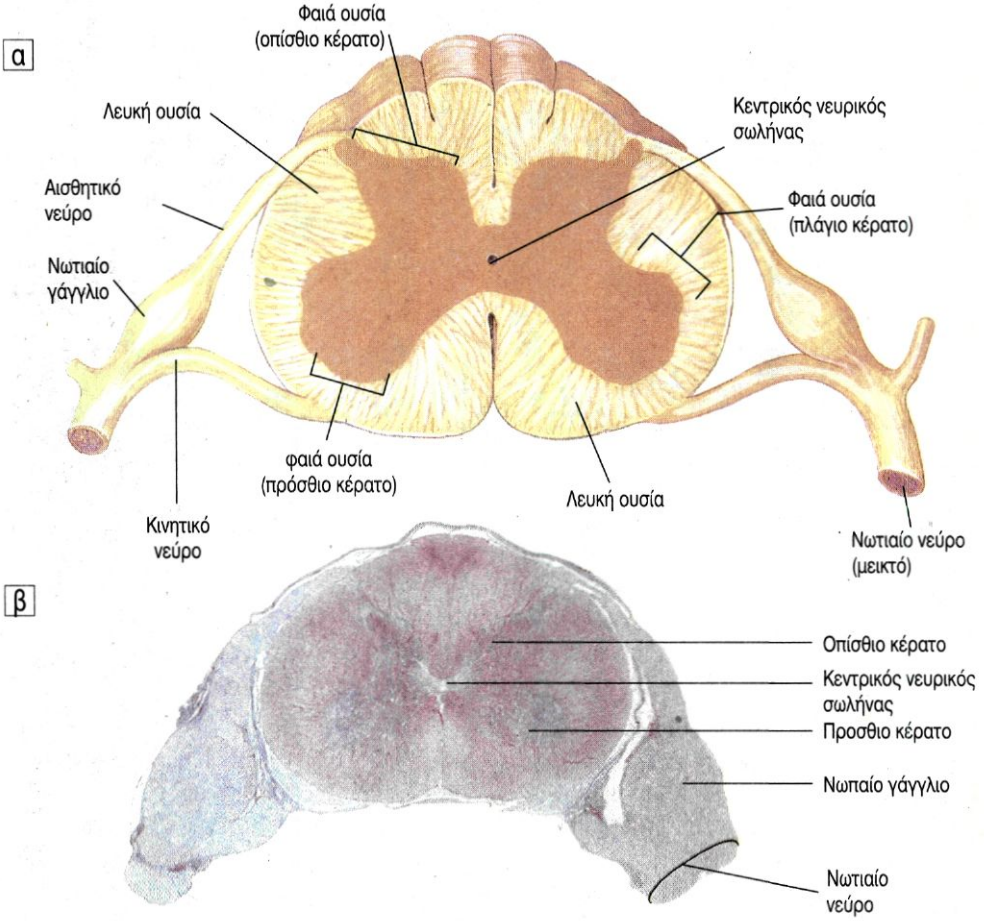


εικ. 9.10 α. Κεντρικό νευρικό σύστημα β. Νωτιαίος μυελός.

Νωτιαίος μυελός

Ο **νωτιαίος μυελός** είναι μία λεπτή, σχεδόν κυλινδρική στήλη νευρικού ιστού, που προστατεύεται μέσα στο σπονδυλικό σωλήνα. Ο νωτιαίος μυελός αρχίζει από το ύψος του ινιακού τρήματος και καταλήγει στο ύψος του δεύτερου οσφυϊκού σπονδύλου περίπου. Από το νωτιαίο μυελό εκφύονται 31 ζεύγη νωτιαίων νεύρων. Στην περιοχή του αυχένα και στην οσφυϊκή περιοχή ο νωτιαίος μυελός διογκώνεται (εικ. 9.10β). Από τις περιοχές αυτές εκφύονται τα νεύρα που νευρώνουν τα άνω και κάτω άκρα αντίστοιχα (εικ. 9.7).

Ο νωτιαίος μυελός περιέχει κέντρα αντανακλαστικών λειτουργιών και συνδέει τον εγκέφαλο με τα νωτιαία νεύρα. Η κεντρική περιοχή του νωτιαίου μυελού αποτελείται από φαιά ουσία, η οποία, σε διατομή, έχει σχήμα πεταλούδας με ανοικτά φτερά (εικ. 9.11). Η **φαιά ουσία** αποτελείται κυρίως από κυτταρικά σώματα, ενώ η **λευκή ουσία,** που περιβάλλει τη φαιά, από μακριούς νευράξονες. Αυτοί συνδέουν τον εγκέφαλο, μέσω των νωτιαίων νεύρων, με τα διάφορα τμήματα του σώματος.



εικ 9.11 Νωτιαίος μυελός σε εγκάρσια τομή α. διάγραμμα β. μικροφωτογραφία

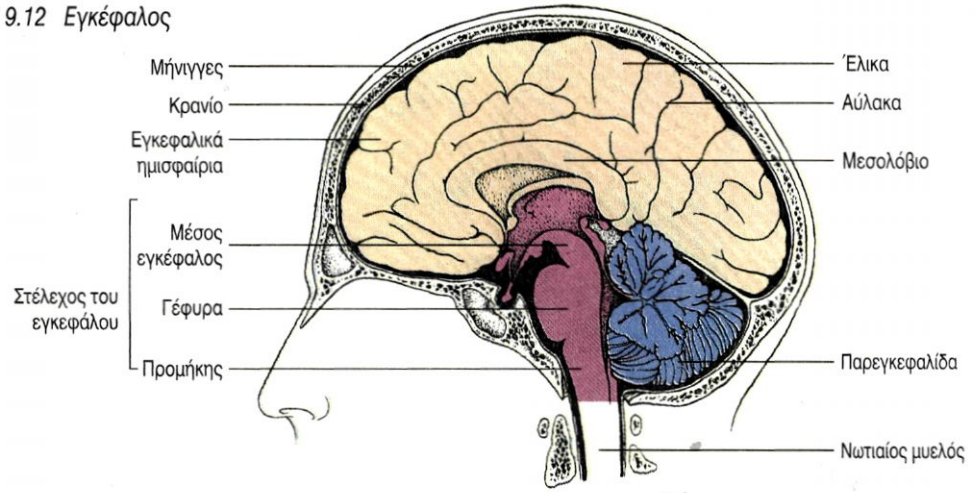
Εγκέφαλος

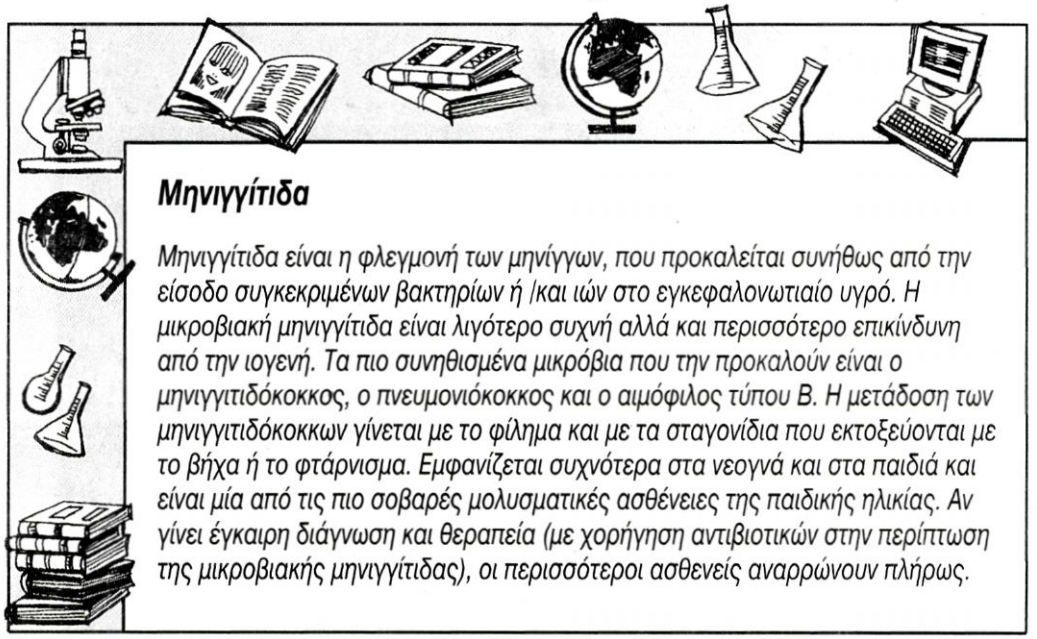
Ο **εγκέφαλος** είναι το μεγαλύτερο και το πολυπλοκότερο τμήμα του νευρικού συστήματος.

Ο εγκέφαλος αποτελείται από νευρώνες, οι οποίοι δέχονται, επεξεργάζονται και μεταβιβάζουν ερεθίσματα. Εξειδικευμένες περιοχές του εγκεφάλου, τα **κέντρα**, είναι υπεύθυνες για τις αισθήσεις, την αντίληψη, τον έλεγχο και το συντονισμό των μυϊκών κινήσεων και τις ανώτερες πνευματικές λειτουργίες. Στον εγκέφαλο εντοπίζονται επίσης κέντρα και νευρικές οδοί, που σχετίζονται με τη ρύθμιση της δραστηριότητας των σπλάχνων.

Ο εγκέφαλος χωρίζεται ανατομικά σε τρεις περιοχές: στα εγκεφαλικά ημισφαίρια, στο στέλεχος και στην παρεγκεφαλίδα (εικ. 9.12).

εικ. 9.12 Εγκέφαλος





Μηνιγγίτιδα

Μηνιγγίτιδα είναι η φλεγμονή των μηνίγγων, που προκαλείται συνήθως από την είσοδο συγκεκριμένων βακτηρίων ή /και ιών στο εγκεφαλονωτιαίο υγρό. Η μικροβιακή μηνιγγίτιδα είναι λιγότερο συχνή αλλά και περισσότερο επικίνδυνη από την ιογενή. Τα πιο συνηθισμένα μικρόβια που την προκαλούν είναι ο μηνιγγιτιδόκοκκος, ο πνευμονιόκοκκος και ο αιμόφιλος τύπου Β. Η μετάδοση των μηνιγγιτιδόκοκκων γίνεται με το φίλημα και με τα σταγονίδια που εκτοξεύονται με το βήχα ή το φτάρνισμα. Εμφανίζεται συχνότερα στα νεογνά και στα παιδιά και είναι μία από τις πιο σοβαρές μολυσματικές ασθένειες της παιδικής ηλικίας. Αν γίνει έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία (με χορήγηση αντιβιοτικών στην περίπτωση της μικροβιακής μηνιγγίτιδας), οι περισσότεροι ασθενείς αναρρώνουν πλήρως.

Το εγκεφαλονωτιαίο υγρό

Το εγκεφαλονωτιαίο υγρό παράγεται από ειδικά κύτταρα στις κοιλίες του εγκεφάλου και απορροφάται από κύτταρα της αραχνοειδούς μήνιγγας με αποτέλεσμα η πίεσή του να παραμένει σταθερή. Σε περιπτώσεις μόλυνσης, ύπαρξης όγκου στον εγκέφαλο ή θρόμβου στο αίμα η κυκλοφορία του εγκεφαλονωτιαίου υγρού παρεμποδίζεται και η πίεσή του αυξάνεται. Η αύξηση της πίεσης μπορεί να προκαλέσει ακόμα και τραυματισμό του νευρικού ιστού. Στα νεογνά, στα οποία οι ραφές των οστών του κρανίου δεν έχουν σχηματιστεί, η αυξημένη πίεση μπορεί να προκαλέσει μεγέθυνση της κρανιακής κοιλότητας (υδροκεφαλία). Η πίεση μπορεί να μετρηθεί με την είσοδο λεπτής βελόνας ανάμεσα στον 3ο και 4ο οσφυϊκό σπόνδυλο (οσφυονωτιαία παρακέντηση) και μανόμετρο. Η οσφυονωτιαία παρακέντηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη λήψη δείγματος εγκεφαλονωτιαίου υγρού και την εξέτασή του για τη διαπίστωση ύπαρξης μη φυσιολογικών συστατικών. Η παρουσία, για παράδειγμα, ερυθροκυττάρων αποτελεί ένδειξη αιμορραγίας σε κάποιο σημείο του ΚΝΣ.

Εγκεφαλικά ημισφαίρια

Τα **εγκεφαλικά ημισφαίρια,** που αποτελούν το σημαντικότερο τμήμα του εγκεφάλου, εμφανίζουν στην επιφάνειά τους πολυάριθμες προεξοχές και αυλακώσεις, οι οποίες ονομάζονται **έλικες** και **αύλακες** αντίστοιχα. Οι βαθύτερες αύλακες ονομάζονται σχισμές. Η επιμήκης σχισμή χωρίζει το αριστερό από το δεξί ημισφαίριο. Τα δύο ημισφαίρια συνδέονται στη βάση τους με μία «γέφυρα» νευρικών αποφυάδων, το μεσολόβιο. Άλλες σχισμές χωρίζουν το κάθε ημισφαίριο σε **λοβούς,** οι οποίοι ονομάζονται ανάλογα με το αντίστοιχο κρανιακό οστό που τους καλύπτει, και είναι ο μετωπιαίος, ο βρεγματικός, ο κροταφικός και ο ινιακός (εικ. 9.13).

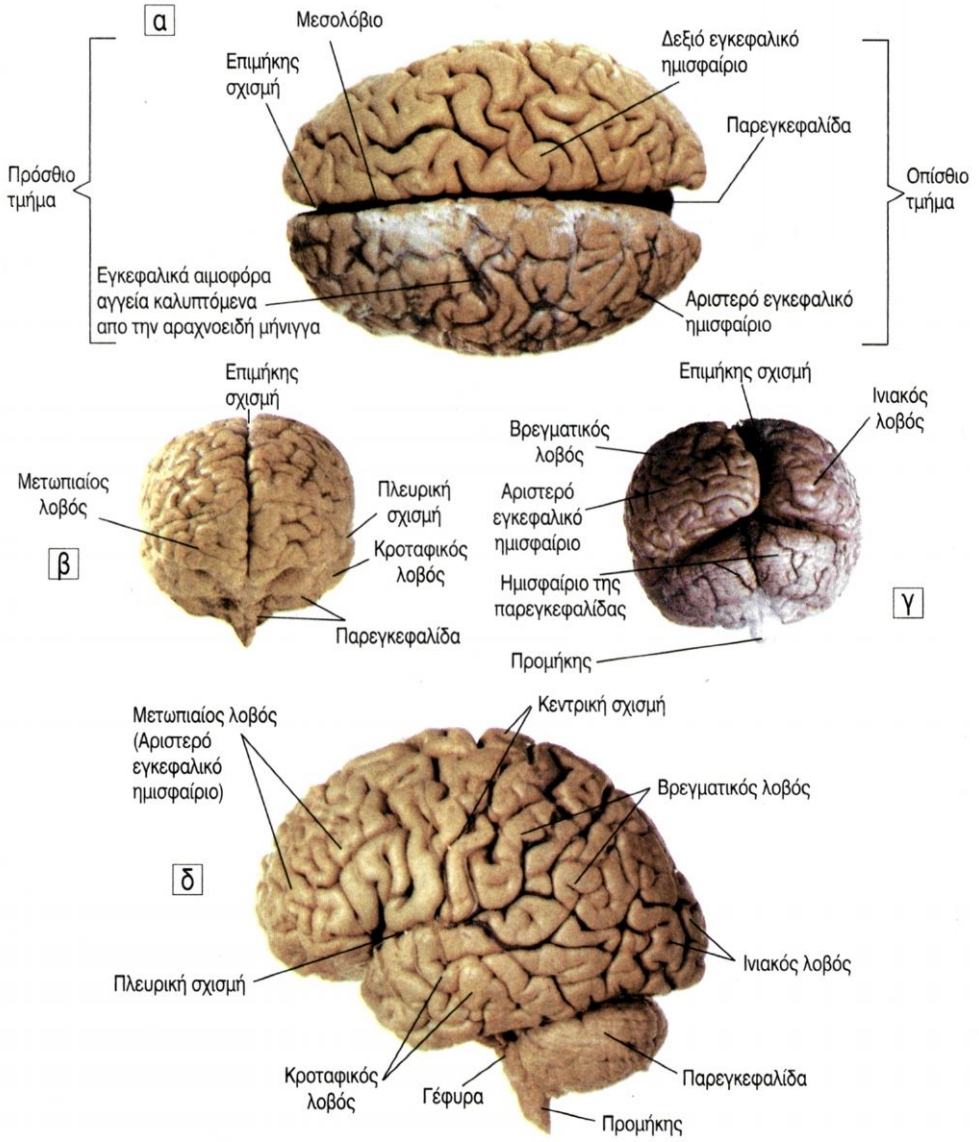
Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια αποτελούνται από ένα εξωτερικό στρώμα φαιάς ουσίας, το φλοιό των ημισφαιρίων, ο οποίος συνίσταται κυρίως από σώματα νευρώνων. Κάτω από το φλοιό των ημισφαιρίων βρίσκονται μάζες λευκής ουσίας, που περιέχουν δέσμες νευρικών αποφυάδων, οι οποίες συνδέουν τα σώματα των νευρώνων του φλοιού με άλλα τμήματα του εγκεφάλου. Η επιφάνεια του φλοιού αυξάνεται σημαντικά με την ύπαρξη των αυλάκων και των ελίκων. Ο φλοιός των ημισφαιρίων είναι η μοναδική περιοχή του ΚΝΣ που είναι υπεύθυνη για τις συνειδητές λειτουργίες.

Γνωρίζετε ότι:

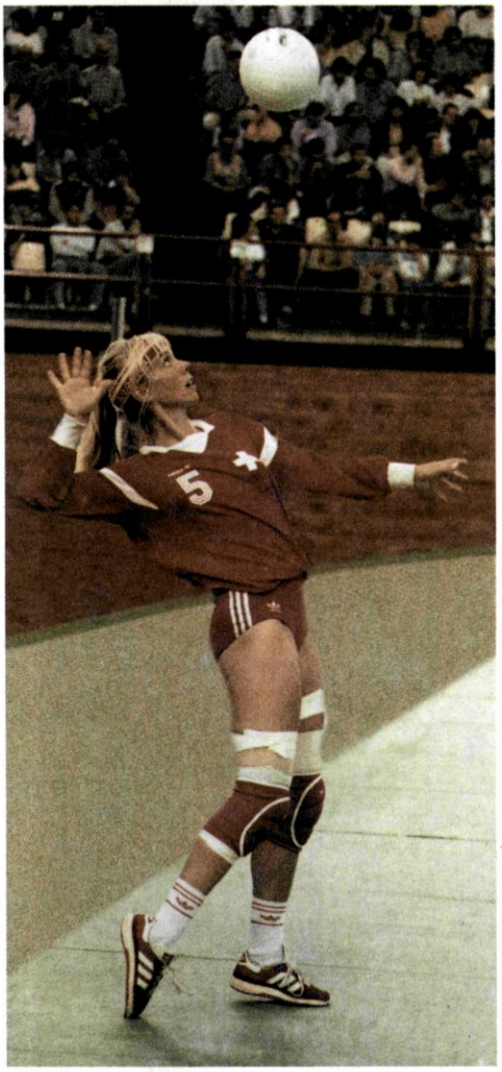
Στον άνθρωπο η επιφάνεια του νευροφλοιού είναι 2,2 m^2, και σ' αυτόν περιέχονται περίπου 30 x 10^9 νευρώνες, οι οποίοι σχηματίζουν 10^{14} έως 10^{15} συνάψεις.

Ο εγκέφαλος, αν και αποτελεί περίπου το 2% του συνολικού βάρους του σώματος, καταναλώνει το 20% της ενέργειας.

Η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται στις περιπτώσεις εκτέλεσης πολύπλοκων πνευματικών εργασιών, που απαιτούν συγκέντρωση και προσοχή όπως η κατανόηση μιας σύνθετης πρότασης. Δεν έχει βρεθεί καμία συσχέτιση ανάμεσα στο βάρος του εγκεφάλου και την ευφυΐα.



εικ. 9.13 Εγκέφαλος α. Κάτοψη β. Πρόσθια όψη γ. Οπίσθια όψη δ. Πλάγια όψη



Λειτουργικές περιοχές του εγκεφάλου

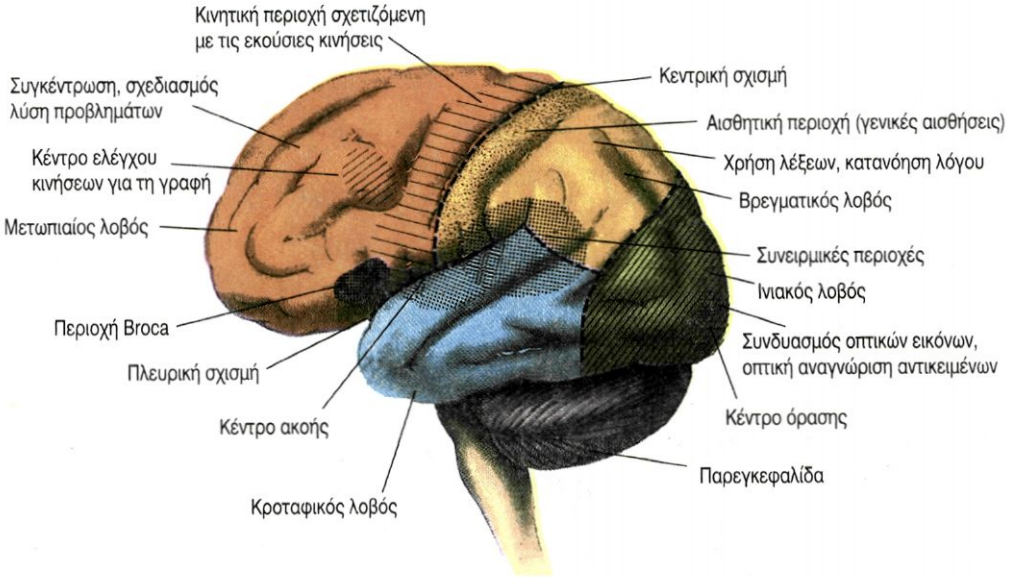
Οι περιοχές του εγκεφάλου που πραγματοποιούν συγκεκριμένες λειτουργίες έχουν εντοπιστεί με διάφορες τεχνικές. Ο φλοιός των ημισφαιρίων χωρίζεται σε κινητικές, αισθητικές και συνειρμικές περιοχές (εικ. 9.14).

Οι **κινητικές** περιοχές εντοπίζονται στο μετωπιαίο λοβό. Οι κινήσεις των σκελετικών μυών συγκεκριμένου τμήματος του σώματος ελέγχονται πάντα από καθορισμένη περιοχή στο οπίσθιο τμήμα του μετωπιαίου λοβού (εικ. 9.15).

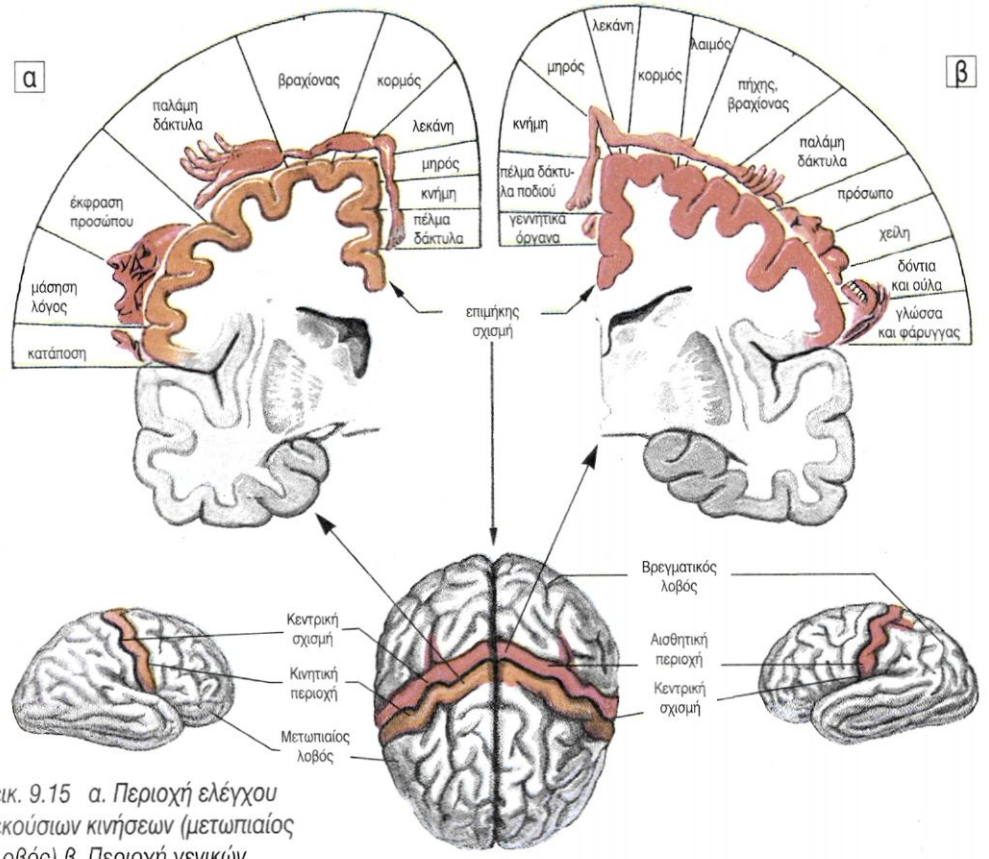
Αισθητικές είναι οι περιοχές του φλοιού στις οποίες καταλήγουν νευρικές ώσεις από τους αισθητικούς νευρώνες. Εκεί αναλύονται και ερμηνεύονται, με τελικό αποτέλεσμα τη δημιουργία των αισθήσεων και των συναισθημάτων. Οι **σωματικές** ή **γενικές αισθήσεις** (θερμοκρασία, αφή, πίεση και πόνος) γίνονται αντιληπτές στην πρόσθια περιοχή του βρεγματικού λοβού. Όπως συμβαίνει και με τις κινητικές περιοχές, καθορισμένες περιοχές του βρεγματικού λοβού είναι υπεύθυνες για την αντίληψη των ερεθισμάτων που προέρχονται από συγκεκριμένα τμήματα του σώματος (εικ. 9.15).

Στο πίσω τμήμα του ινιακού λοβού εντοπίζεται το κέντρο της όρασης, και στον κροταφικό, το κέντρο της ακοής (εικ. 9.14).

Οι **συνειρμικές** περιοχές καταλαμβάνουν περισσότερο από το 50% της επιφάνειας του εγκεφαλικού φλοιού. Σχετίζονται με όλες τις ανώτερες πνευματικές λειτουργίες όπως είναι η μνήμη, η αιτιολόγηση, η έκφραση μέσω του λόγου, η κρίση, τα συναισθήματα (εικ. 9.14).



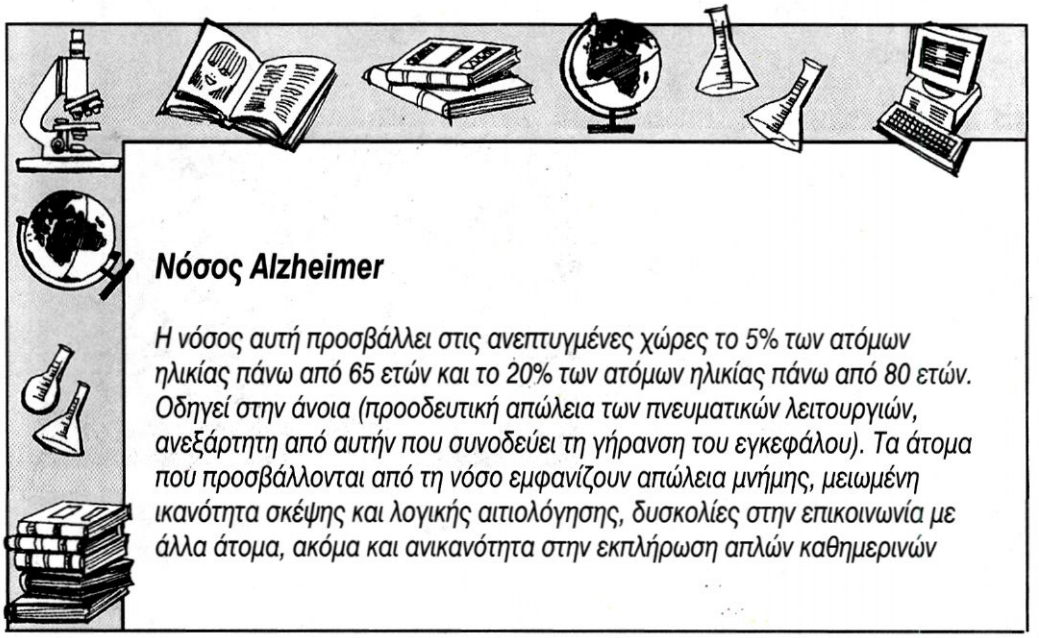
εικ. 9.14 Κινητικές, αισθητικές και συνειρμικές περιοχές του εγκεφάλου



εικ. 9.15 α. Περιοχή ελέγχου εκούσιων κινήσεων (μετωπιαίος λοβός) β. Περιοχή γενικών αισθήσεων (βρεγματικός λοβός).

Πίνακας 9.2: Λειτουργίες των λοβών των ημισφαιρίων

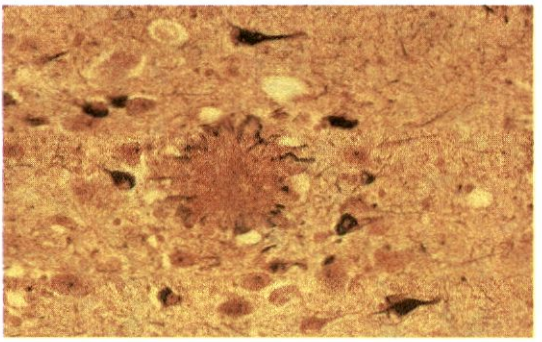
Λοβός	Λειτουργίες
Μετωπιαίος	Κέντρα ελέγχου εκούσιων κινήσεων των σκελετικών μυών. Συνειρμικά κέντρα, στα οποία πραγματοποιούνται ανώτερες πνευματικές και νοητικές διεργασίες όπως αυτές που σχετίζονται με το σχεδιασμό και τη λύση σύνθετων προβλημάτων και με την εκτίμηση των αποτελεσμάτων συμπεριφοράς.
Βρεγματικός	Αισθητικές περιοχές, οι οποίες αφορούν την αίσθηση της θερμοκρασίας, της αφής, της πίεσης και του πόνου. Κέντρο γεύσης. Συνειρμικά κέντρα, στα οποία πραγματοποιούνται λειτουργίες για την κατανόηση και τη χρήση του λόγου, και για την έκφραση σκέψεων και συναισθημάτων.
Κροταφικός	Κέντρο ακοής, κέντρο όσφρησης. Συνειρμικά κέντρα στα οποία πραγματοποιείται η ερμηνεία αισθητικών εμπειριών, η μνήμη ήχων.
Ινιακός	Κέντρο όρασης. Συνειρμικά κέντρα, τα οποία λειτουργούν για τη σύνδεση των οπτικών ερεθισμάτων με άλλες αισθητικές εμπειρίες.



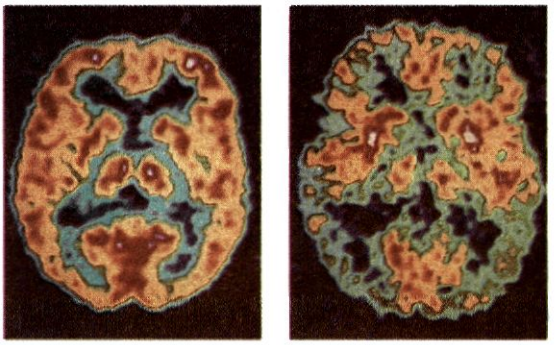
Νόσος Alzheimer

Η νόσος αυτή προσβάλλει στις ανεπτυγμένες χώρες το 5% των ατόμων ηλικίας πάνω από 65 ετών και το 20% των ατόμων ηλικίας πάνω από 80 ετών. Οδηγεί στην άνοια (προοδευτική απώλεια των πνευματικών λειτουργιών, ανεξάρτητη από αυτήν που συνοδεύει τη γήρανση του εγκεφάλου). Τα άτομα που προσβάλλονται από τη νόσο εμφανίζουν απώλεια μνήμης, μειωμένη ικανότητα σκέψης και λογικής αιτιολόγησης, δυσκολίες στην επικοινωνία με άλλα άτομα, ακόμα και ανικανότητα στην εκπλήρωση απλών καθημερινών

δραστηριοτήτων. Στους πάσχοντες παρατηρήθηκαν ανωμαλίες σε νευρώνες, κυρίως σε περιοχές του φλοιού των ημισφαιρίων. Στις περιοχές αυτές παρατηρούνται εξωκυτταρικές εναποθέσεις (αμυλοειδείς πλάκες), λόγω συσσώρευσης μίας μικρού μοριακού βάρους πρωτεΐνης, της β-αμυλοειδούς πρωτεΐνης. Η αυξημένη συγκέντρωση της πρωτεΐνης αυτής οδηγεί πιθανώς στη λύση των λυσοσωμάτων, με συνέπεια την καταστροφή των νευρικών κυττάρων. Η πρωτεΐνη αυτή αποτελεί τμήμα μιας άλλης πρόδρομης πρωτεΐνης, της APP (Amyloid Precusor Protein), που φυσιολογικά βρίσκεται στην κυτταρική μεμβράνη των νευρώνων και άλλων κυττάρων. Μία μορφή της νόσου φαίνεται να είναι κληρονομική. Έχει απομονωθεί γονίδιο στο 21ο ζεύγος των χρωμοσωμάτων, το οποίο καθορίζει τη δομή της πρόδρομης πρωτεΐνης. Η γονιδιακή αυτή θέση αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον, διότι όλα σχεδόν τα άτομα που πάσχουν από το σύνδρομο Down (τρισωμία 21) και επιβιώνουν μετά τα 35 έτη εμφανίζουν συμπτώματα της ασθένειας Alzheimer.



Αμυλοειδής πλάκα (στο κέντρο της φωτογραφίας) σε εγκεφαλικό ιστό ατόμου που πάσχει από νόσο Alzheimer



Απεικόνιση PET εγκεφάλου υγιή ενήλικα (αριστερά) και ασθενή που πάσχει από νόσο Alzheimer (δεξιά).
Η αυξημένη επιφάνεια σκουρόχρωμων περιοχών στην εικόνα δεξιά δείχνει διαταραχές στην εγκεφαλική δραστηριότητα

Χαρτογράφηση των λειτουργιών του εγκεφάλου

Στις 18.4.1861 ο Γάλλος νευρολόγος Pierre Paul Broca παρουσίασε στην Ανθρωπολογική Εταιρεία του Παρισιού την περίπτωση ενός ασθενή, ο οποίος, αν και κατανοούσε τη γλώσσα, δεν μπορούσε να εκφραστεί προφορικά ή γραπτά και να σχηματίσει ολοκληρωμένες νοηματικά, συντακτικά και γραμματικά προτάσεις. Ο ασθενής αυτός δεν παρουσίαζε κανένα πρόβλημα στο στόμα ή στις φωνητικές χορδές, που να επηρέαζε την ικανότητα του λόγου, και ήταν σε θέση να τραγουδήσει δίχως δυσκολία μία μελωδία ή να ψιθυρίσει μεμονωμένες λέξεις. Η εξέταση του εγκεφάλου του, μετά το θάνατό του, έδειξε μία παθολογική αλλοίωση στην πρόσθια περιοχή του αριστερού μετωπιαίου λοβού (κέντρο Broca). Η εξέταση από τον Broca του εγκεφάλου οκτώ ακόμα ασθενών με παρόμοια συμπτώματα απεκάλυψε την ίδια μορφή αλλοίωσης. Η εργασία αυτή απέδειξε για πρώτη φορά τη σύνδεση μίας ψυχονοητικής ικανότητας όπως ο λόγος με συγκεκριμένη περιοχή του φλοιού των ημισφαιρίων. Αποτέλεσε επίσης ένδειξη για την ύπαρξη ασυμμετρίας ανάμεσα στα δύο ημισφαίρια.

Η μελέτη ασθενών με συγκεκριμένες αλλοιώσεις στον εγκέφαλο, όπως και η καταγραφή των αντιδράσεων ύστερα από ηλεκτρική διέγερση συγκεκριμένων περιοχών του εγκεφάλου, συνεισφέρουν σημαντικά στη χαρτογράφηση των λειτουργιών του εγκεφάλου.

Στέλεχος του εγκεφάλου

Το **στέλεχος** συνδέει τα εγκεφαλικά ημισφαίρια με το νωτιαίο μυελό. Οι σημαντικότερες λειτουργικές περιοχές του είναι ο θάλαμος, ο υποθάλαμος και ο προμήκης.

Από το **θάλαμο** οι νευρικές ώσεις που προέρχονται από τους αισθητικούς υποδοχείς της περιφέρειας διοχετεύονται στις κατάλληλες περιοχές του φλοιού, όπου και αναλύονται.

Ο **υποθάλαμος** αποτελεί το κέντρο ομοιόστασης του οργανισμού. Ελέγχει την υπόφυση (αδένας), και με αυτό τον τρόπο αποτελεί και την περιοχή σύνδεσης του νευρικού συστήματος με το σύστημα των ενδοκρινών αδένων. Ελέγχει επίσης το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (ΑΝΣ).Τέλος, ο υποθάλαμος έχει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του ύπνου.

Ο **προμήκης** έχει δομή παρόμοια με αυτήν του νωτιαίου μυελού. Περιλαμβάνει σημαντικά κέντρα του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος (ΑΝΣ) όπως αυτά που σχετίζονται με τον ελέγχο της αναπνοής, της καρδιακής λειτουργίας και της αρτηριακής πίεσης. Λόγω της ζωτικής σημασίας των κέντρων που περιέχει, βλάβη στον προμήκη συνεπάγεται το θάνατο.

Παρεγκεφαλίδα

Η παρεγκεφαλίδα αποτελείται από δύο ημισφαίρια, τα οποία συνδέονται με μία δομή που ονομάζεται σκώληκας. Συνίσταται κυρίως από λευκή ουσία, η οποία καλύπτεται επιφανειακά από ένα λεπτό στρώμα φαιάς ουσίας (φλοιός της παρεγκεφαλίδας). Αποτελεί κέντρο ελέγχου και συντονισμού των κινήσεων των σκελετικών μυών, κέντρο διατήρησης του μυϊκού τόνου και της ισορροπίας του σώματος.

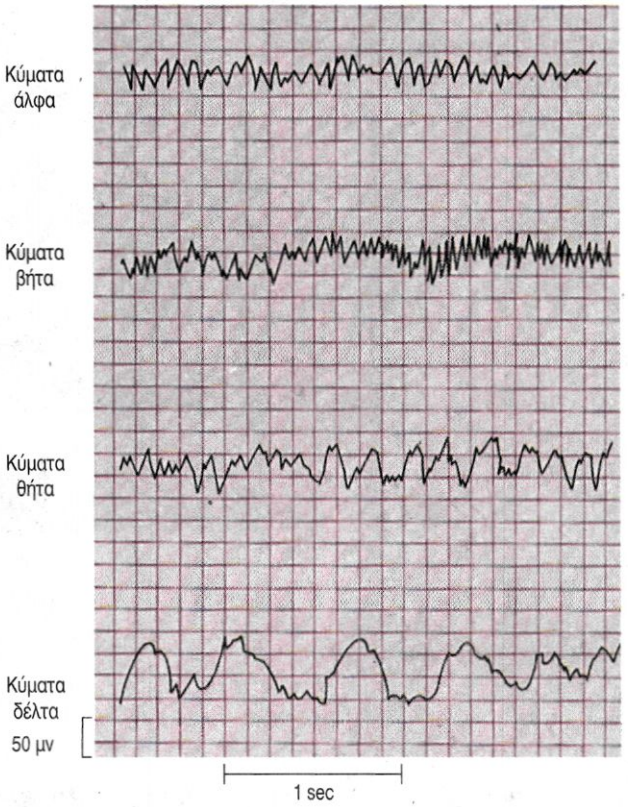
Για την πραγματοποίηση των παραπάνω λειτουργιών η παρεγκεφαλίδα δέχεται, μέσω της αισθητικής νευρικής οδού, νευρικές ώσεις από τα αισθητήρια της όρασης και της ισορροπίας και από υποδοχείς στους τένοντες.

Μεταιχμιακό σύστημα

*Το **μεταιχμιακό σύστημα** σχετίζεται με τις συναισθηματικές εμπειρίες και με την έκφραση συναισθημάτων. Περιλαμβάνει νευρικές οδούς, οι οποίες συνδέουν τμήματα του μετωπιαίου και κροταφικού λοβού με το θάλαμο, τον υποθάλαμο και με μάζες φαιάς ουσίας, που βρίσκονται μέσα στη λευκή ουσία των ημισφαιρίων (βασικοί πυρήνες). Η διέγερση περιοχών του μεταιχμιακού συστήματος έχει ως αποτέλεσμα την εκδήλωση συναισθημάτων μίσους, πόνου, ευχαρίστησης και λύπης. Με τη δημιουργία ευχάριστων ή δυσάρεστων συναισθημάτων, σε σχέση με τις εμπειρίες που βιώνει το άτομο, το μεταιχμιακό σύστημα το οδηγεί σε συμπεριφορές που αυξάνουν τις πιθανότητες επιβίωσής του.*

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα

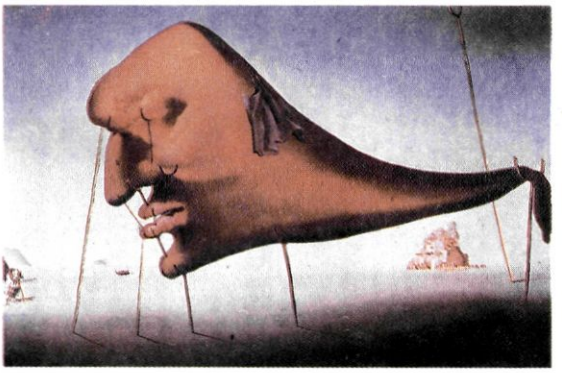
Η ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου μπορεί να καταγραφεί με τη βοήθεια ηλεκτροδίων, τα οποία τοποθετούνται σε διάφορα τμήματα της επιφάνειας του δέρματος του κρανίου και συνδέονται στη συνέχεια με ένα ειδικό όργανο, τον ηλεκτροεγκεφαλογράφο.



Τα εγκεφαλικά κύματα που καταγράφονται διαφέρουν σε ένταση και συχνότητα ανάλογα με τη δραστηριότητα διάφορων ομάδων νευρώνων. Όταν το άτομο είναι ξυπνητό καταγράφονται συνήθως δύο είδη κυμάτων, τα κύματα α και τα κύματα β. Τα κύματα α, με συχνότητα 6-13/sec και διαφορά δυναμικού περίπου 45 mV κυριαρχούν, όταν το άτομο είναι σε ηρεμία με κλειστά τα μάτια, και εξαφανίζονται κατά τη διάρκεια του ύπνου. Τα κύματα β, με συχνότητα μεγαλύτερη από 13/sec αλλά ένταση μικρότερη από αυτήν των α, καταγράφονται, όταν το άτομο εκτελεί μία πνευματική εργασία.

Τα κύματα θ, με συχνότητα 4-7/sec, που εμφανίζονται κυρίως στα παιδιά, μπορεί να καταγραφούν στους ενήλικες στα πρώτα στάδια του ύπνου και σε καταστάσεις συναισθηματικής φόρτισης. Τα κύματα δ, με συχνότητα μικρότερη από 4/sec, καταγράφονται κατά τη διάρκεια του βαθύ ύπνου, κατά την οποία, κάθε 90 min περίπου, καταγράφεται (για 5-20 min) έντονη ηλεκτρική δραστηριότητα. Αυτή οφείλεται στη δραστηριότητα ορισμένων περιοχών του εγκεφάλου (παράδοξος ύπνος). Ο παράδοξος ύπνος συνοδεύεται από όνειρα, ακανόνιστο καρδιακό και αναπνευστικό ρυθμό και από ταχεία κίνηση των βολβών των οφθαλμών.

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα αποτελεί διαγνωστικό μέσο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διάγνωση μορφών επιληψίας και την ύπαρξη όγκων στον εγκέφαλο. Τέλος, χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του εγκεφαλικού θανάτου σε ασθενείς που βρίσκονται σε κώμα, διότι η παύση της λειτουργίας του εγκεφάλου έχει ως συνέπεια την απουσία οποιασδήποτε ηλεκτρικής δραστηριότητας.



Salvador Dali. "Ύπνος", 1937

Ανώτερες πνευματικές λειτουργίες

Μνήμη

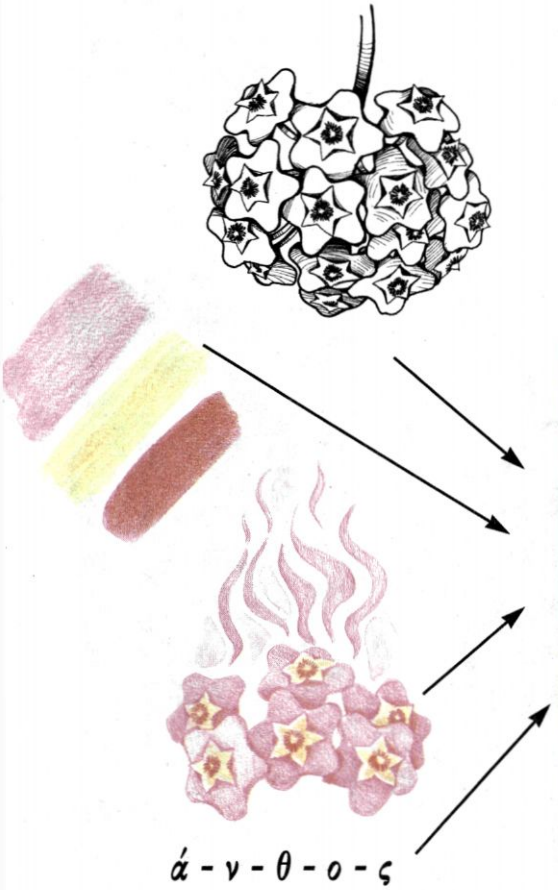
Ο εγκέφαλος έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει πληροφορίες –τις οποίες συγκεντρώνει μέσω των αισθητηρίων οργάνων–, όπως ήχους, εικόνες, οσμές, που προέρχονται από το περιβάλλον του, και να τις ανακαλεί μεμονωμένα ή συνδυάζοντάς τες. Η ικανότητα αποθήκευσης και ανάκλησης των πληροφοριών ονομάζεται **μνήμη.** Η μνήμη είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την πραγματοποίηση των ανώτερων πνευματικών λειτουργιών όπως αυτή της μάθησης, της λογικής αιτιολόγησης, του λόγου κ.ά. Είναι, επίσης, απαραίτητη για την προσαρμογή της συμπεριφοράς του ατόμου στις άμεσες ανάγκες.

Η μνήμη είναι μία διαδικασία που πραγματοποιείται σε στάδια. Η **βραχυπρόθεσμη μνήμη** αφορά την παραμονή των πληροφοριών στον εγκέφαλο για λίγα μόνο λεπτά. Η βραχυπρόθεσμη μνήμη μπορεί να μετατραπεί σε μακροπρόθεσμη, η οποία σχετίζεται με μόνιμες δομικές και λειτουργικές αλλαγές

στα νευρικά κύτταρα του εγκεφάλου. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη μετατροπή αυτή εξαρτάται από το είδος, την ένταση και τη συχνότητα του ερεθίσματος. Ερεθίσματα πολύ έντονα ή επαναλαμβανόμενα, υπερβολικά ευχάριστα ή δυσάρεστα αποθηκεύονται ευκολότερα στη μακροπρόθεσμη μνήμη. Μερικές από τις πληροφορίες που αποθηκεύονται στη μακροπρόθεσμη μνήμη εξασθενούν με το χρόνο και τελικά διαγράφονται. Άλλες παραμένουν για πάντα ως τμήμα της συνείδησής μας, όπως είναι, για παράδειγμα, το όνομά μας.

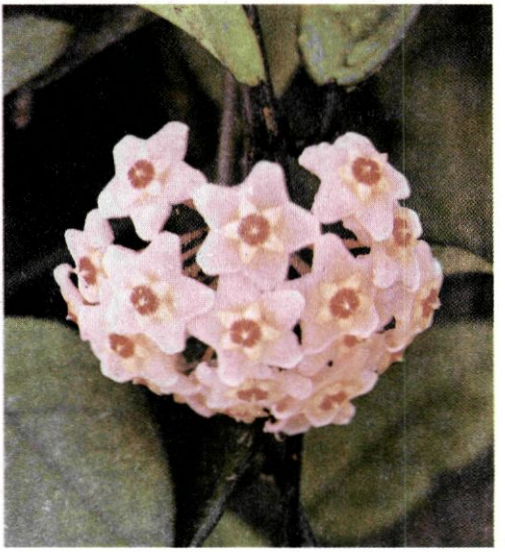
Η **μακροπρόθεσμη μνήμη** περιλαμβάνει πολυάριθμα κυκλώματα νευρώνων, που εντοπίζονται σε διάφορες περιοχές του εγκεφάλου. Για παράδειγμα, τμήματα του ινιακού και του κροταφικού λοβού σχετίζονται με τη μνήμη προσώπων, λέξεων, εικόνων και ήχων. Η ανάκληση από τη μνήμη ενός γεγονότος ή ενος αντικειμένου απαιτεί την ανάκληση και το συνδυασμό πληροφοριών αποθηκευμένων σε διάφορες περιοχές του εγκεφάλου (εικ. 9.16). Η ικανότητα του εγκεφάλου να αποθηκεύει πληροφορίες είναι απεριόριστη.

Σε περιπτώσεις τραυματισμού του εγκεφάλου, ή λόγω διάφορων ασθενειών, μπορεί να παρατηρηθεί απώλεια μνήμης, αμνησία. Η απώλεια συγκεκριμένου τύπου μνήμης εξαρτάται από την περιοχή του εγκεφάλου, που επηρεάστηκε από τον τραυματισμό ή από την ασθένεια. Για παράδειγμα, στις περιπτώσεις τραυματισμού περιοχών του κροταφικού λοβού παρατηρείται απώλεια στη μνήμη ήχων.



εικ. 9.16 Για την ανάκληση από τη μνήμη της έννοιας άνθος απαιτείται ο συνδυασμός αριθμού πληροφοριών όπως αυτές που αφορούν το σχήμα και το χρώμα του άνθους, το άρωμα που αναδύει, την ταυτοποίηση του συνδυασμού των γραμμάτων α - ν - θ - ο - ς με τη λέξη άνθος κ.ά. Οι πληροφορίες αυτές είναι αποθηκευμένες σε διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου.

Hoya carnosa (Ασκληπιός ή κεράκι)



Μάθηση

Μάθηση είναι η διαδικασία απόκτησης καινούριας γνώσης, που συμβάλλει στην προσαρμογή της συμπεριφοράς του ατόμου. Διακρίνονται διάφοροι τύποι μάθησης όπως ή εξοικείωση, η ευαισθητοποίηση, η συνειρμική μάθηση, η αντίληψη.

Η **εξοικείωση** είναι η αναγνώριση ενός ερεθίσματος ως μη σημαντικού, με συνέπεια ο οργανισμός να μαθαίνει να μην αντιδρά σε αυτό. Για παράδειγμα, ένας επαναλαμβανόμενος ήχος παύει ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα να προκαλεί την αντίδρασή μας. Αντίθετα η επαναλαμβανόμενη έκθεση του οργανισμού σε ένα επώδυνο ερέθισμα έχει ως αποτέλεσμα την ταχύτερη αντίδραση, **ευαισθητοποίηση**. Η **συνειρμική μάθηση** αφορά το συσχετισμό δύο ή περισσότερων ερεθισμάτων. Για παράδειγμα, έχουμε μάθει να αναμένουμε τον ήχο της βροντής ύστερα από τη λάμψη της αστραπής. Η **αντίληψη,** τέλος, αφορά τη δυνατότητα ανάκλησης από τη μνήμη προηγούμενων εμπειριών και τη χρήση τους για την επίλυση προβλημάτων.

Συμπεριφορά

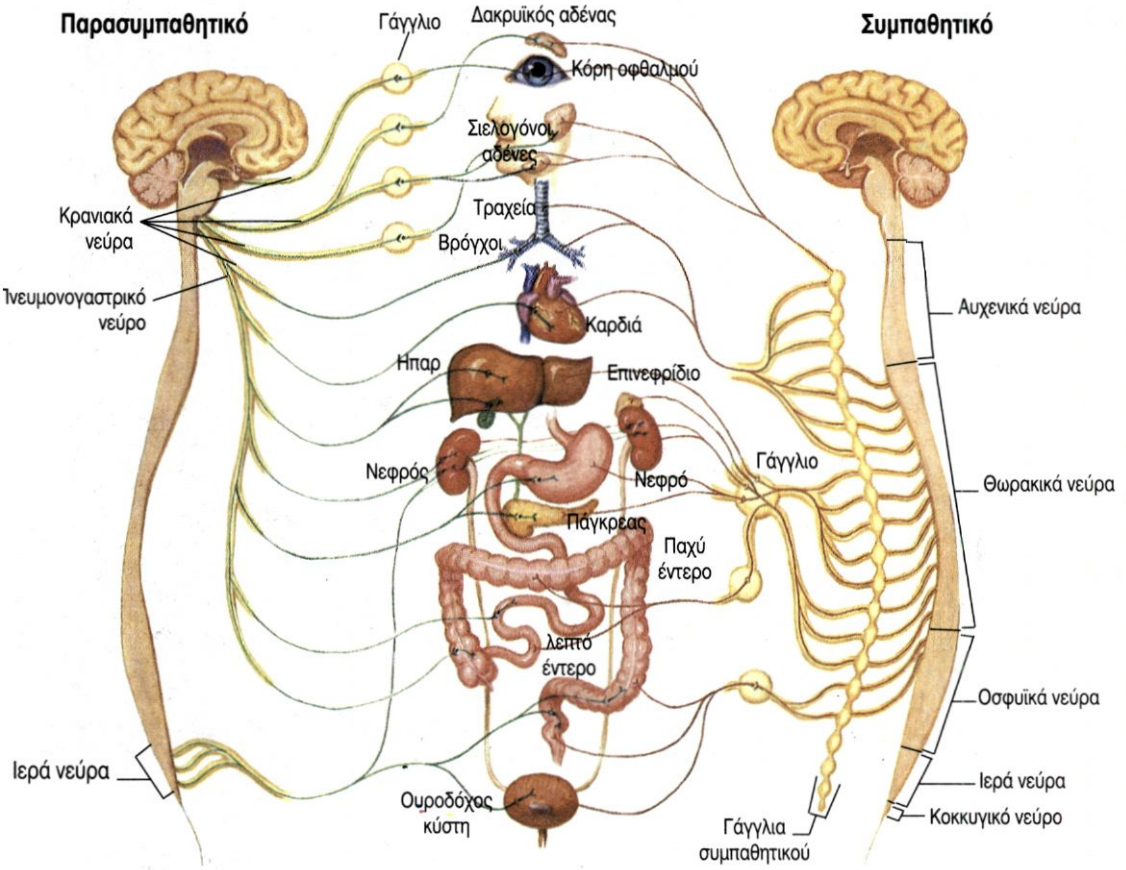
Συμπεριφορά είναι το σύνολο των απαντήσεων που δίνει ο οργανισμός στις μεταβολές του περιβάλλοντος. Η συμπεριφορά διαμορφώνεται από την αλληλεπίδραση γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Συνήθως γίνεται διάκριση ανάμεσα στην ενστικτώδη συμπεριφορά και σε αυτή που τροποποιείται με τη μάθηση.

Η ενστικτώδης συμπεριφορά καθορίζεται άμεσα από το γενετικό υλικό. Περιλαμβάνει στερεότυπες απαντήσεις, οι οποίες δεν τροποποιούνται από το περιβάλλον. Παραδείγματα ενστικτώδους συμπεριφοράς είναι τα αντανακλαστικά και οι εκφράσεις του προσώπου όπως το χαμόγελο, η έκφραση φόβου κτλ.

Τέλος, υπάρχει η συμπεριφορά που τροποποιείται με τη μάθηση και βοηθά στη προσαρμογή του ατόμου στις αλλαγές του περιβάλλοντος. Απλούστερη μορφή αποτελούν η εξοικείωση και η ευαισθητοποίηση.

«Το ποδόσφαιρο, άν εξεταστεί αντικειμενικά, αποτελεί μια από τις πιο περίεργες μορφές ανθρώπινης συμπεριφοράς που μπορεί να συναντήσει κανείς στη σύγχρονη κοινωνία» Desmond Morris.

ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



εικ. 9.17 Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα

Το **Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα** (ΑΝΣ) περιλαμβάνει κέντρα που εντοπίζονται στο ΚΝΣ και κινητικά νεύρα (εικ. 9.17). Λειτουργεί συνεχώς και με ακούσιο τρόπο, και οι λειτουργίες του ρυθμίζονται κυρίως από αντανακλαστικά. Οι νευρικές ώσεις, που προέρχονται από υποδοχείς του δέρματος και των σπλάχνων, καταλήγουν σε κέντρα που βρίσκονται στον εγκέφαλο και στο νωτιαίο μυελό. Οι κινητικές ίνες που ξεκινούν από αυτά τα κέντρα φτάνουν στα γάγγλια του ΑΝΣ και από εκεί στα εκτελεστικά όργανα (αδένες, σπλάχνα). Η επεξεργασία των νευρικών ώσεων στα γάγγλια δίνει στο ΑΝΣ ένα βαθμό αυτονομίας από τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό.

Το ΑΝΣ χωρίζεται σε δύο κλάδους, στο **συμπαθητικό** και στο **παρασυμπαθητικό**. Στην περίπτωση που και οι δύο κλάδοι του ΑΝΣ νευρώνουν το ίδιο όργανο, η δράση τους είναι ανταγωνιστική. Για παράδειγμα, η δράση του συμπαθητικού έχει ως αποτέλεσμα τη διαστολή της κόρης του οφθαλμού, ενώ η δράση του παρασυμπαθητικού έχει ως αποτέλεσμα τη συστολή της. Επίσης το ΑΝΣ ελέγχει την συχνότητα του καρδιακού παλμού, η οποία αυξάνεται με τη δράση του συμπαθητικού και ελαττώνεται με τη δράση του παρασυμπαθητικού.

Το συμπαθητικό έχει, γενικά, σημαντικό ρόλο σε καταστάσεις έντασης ή έκτακτης ανάγκης. Το παρασυμπαθητικό, αντίθετα, ελέγχει τις λειτουργίες του οργανισμού, όταν αυτός βρίσκεται σε ηρεμία. Επαναφέρει επίσης τις λειτουργίες σε κανονικό ρυθμό ύστερα από καταστάσεις έντασης. Ο συντονισμός της δράσης των δύο συστημάτων ρυθμίζει με ακρίβεια τις ακούσιες λειτουργίες του μυοκαρδίου, των λείων μυών και των αδένων.

Το ΑΝΣ, αν και διατηρεί κάποιο βαθμό ελευθερίας, ελέγχεται από τον εγκέφαλο. Τα κέντρα ελέγχου της καρδιακής και αναπνευστικής λειτουργίας, που βρίσκονται στον προμήκη, δέχονται πληροφορίες από υποδοχείς των σπλάχνων, και, μέσω του ΑΝΣ, δίνουν τις κατάλληλες εντολές στα εκτελεστικά όργανα. Παρόμοια, ο υποθάλαμος, ελέγχοντας το ΑΝΣ, ρυθμίζει τη θερμοκρασία του σώματος, τα αισθήματα της πείνας και της δίψας, το ισοζύγιο του νερού και των αλάτων. Ανώτερα κέντρα στον εγκέφαλο ρυθμίζουν, μέσω του ΑΝΣ, τη συναισθηματική έκφραση και τη συμπεριφορά ατόμων που βρίσκονται σε κατάσταση συναισθηματικής φόρτισης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Νευρικό Σύστημα διαιρείται ανατομικά στο ΠΝΣ και το ΚΝΣ.

Το ΠΝΣ αποτελείται από 12 ζεύγη εγκεφαλικών και από 31 ζεύγη νωτιαίων νεύρων.Το ΠΝΣ νευρώνει τους σκελετικούς μυς και τα εσωτερικά όργανα.

Το ΚΝΣ αποτελείται από το νωτιαίο μυελό και τον εγκέφαλο. Ο νωτιαίος μυελός, ο οποίος βρίσκεται στο σπονδυλικό σωλήνα, περιέχει αντανακλαστικά κέντρα και δέσμες νευραξόνων, που συνδέουν τον εγκέφαλο με τα περιφερικά νεύρα. Τα αντανακλαστικά είναι αυτόματες απαντήσεις του οργανισμού σε διάφορα ερεθίσματα, και κάποια από αυτά δεν απαιτούν την μεσολάβηση του εγκεφάλου.

Ο εγκέφαλος, που προστατεύεται από τα οστά της κρανιακής κοιλότητας, από τις μήνιγγες και από το εγκεφαλονωτιαίο υγρό, αποτελεί κέντρο πολλών λειτουργιών. Τα ημισφαίρια είναι το σημαντικότερο τμήμα του εγκεφάλου Ο φλοιός των ημισφαιρίων, ο οποίος λόγω των ελίκων και των αυλάκων έχει μεγάλη επιφάνεια, είναι το κέντρο των συνειδητών λειτουργιών. Κάθε λειτουργία εντοπίζεται σε συγκεκριμένη περιοχή του φλοιού των ημισφαιρίων και μπορεί να σχετίζεται με την κατανόηση και ερμηνεία διάφορων ερεθισμάτων, με τις εντολές προς τους σκελετικούς μυς ή με τις ανώτερες πνευματικές λειτουργίες όπως ο λόγος. Άλλα τμήματα του εγκεφάλου έχουν επίσης σημαντικό ρόλο στη μη συνειδητή ρύθμιση λειτουργιών. Ο υποθάλαμος αποτελεί το κέντρο ομοιόστασης του οργανισμού, ο προμήκης περιέχει κέντρα ρύθμισης της αναπνευστικής και της καρδιακής λειτουργίας και η παρεγκεφαλίδα αποτελεί το κέντρο της ισορροπίας.

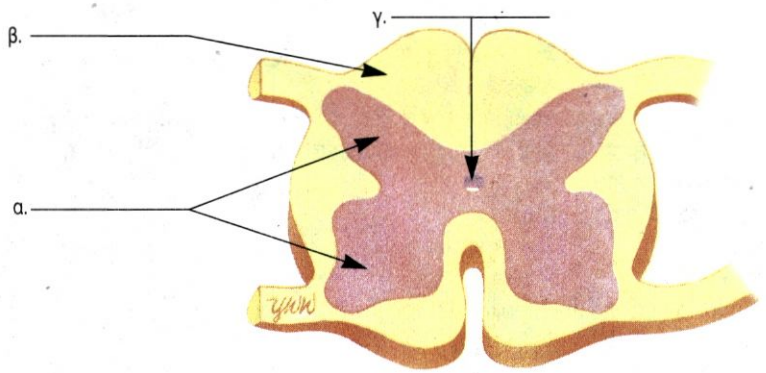
Το ΑΝΣ λειτουργεί συνεχώς με ακούσιο τρόπο και νευρώνει όργανα, όπως τα σπλάχνα και η καρδιά.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι είναι αντανακλαστικό; Ποια είναι η σημασία των αντανακλαστικών για τον οργανισμό;

2. Ποιοι είναι οι δύο κλάδοι του ΑΝΣ; Σε ποια περίπτωση η δράση τους είναι ανταγωνιστική; Να δώσετε ένα παράδειγμα.

3. Να ονομάσετε τα τμήματα του νωτιαίου μυελού στο παρακάτω σχήμα:



4. Οι κοιλίες του εγκεφάλου είναι γεμάτες με:
   α. Αέρα
   β. Αίμα
   γ. Εγκεφαλονωτιαίο υγρό
   δ. Νευρικό ιστό.

5. Να αναφέρετε το λοβό στον οποίο εντοπίζεται το καθένα από τα παρακάτω κέντρα:

α. Κέντρο εκούσιων κινήσεων	• Μετωπιαίος λοβός
β. Κέντρο σωματικών αισθήσεων	• Βρεγματικός λοβός
γ. Κέντρο όρασης	• Ινιακός λοβός
δ. Κέντρο ακοής.	• Κροταφικός λοβός

6. Ποια είναι τα πιθανά αποτελέσματα στη λειτουργία των σκελετικών μυών ύστερα από βλάβη του κινητικού κέντρου (μετωπιαίος λοβός).

7. Ο παρακάτω πίνακας θα σας βοηθήσει να συγκρίνετε τα αποτελέσματα της δράσης του συμπαθητικού και του παρασυμπαθητικού

	Συμπαθητικό	Παρασυμπαθητικό
Κόρη του οφθαλμού		
Σιελογόνοι αδένες		Διεγείρει την έκκριση σιέλου
Καρδιακός ρυθμός		

   α. Να συμπληρώσετε τον πίνακα αναφέροντας το αποτέλεσμα της δράσης του Συμπαθητικού και του Παρασυμπαθητικού.
   β. Πολλά άτομα υποφέρουν από τη «ναυτία των ταξιδιωτών». Μερικά από τα φάρμακα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο αυτής της ασθένειας δρουν αναστέλλοντας τη δράση του παρασυμπαθητικού. Να εξηγήσετε γιατί μία από τις παρενέργειες αυτών των φαρμάκων είναι η απουσία σάλιου στη στοματική κοιλότητα (ξηροστομία). Για να απαντήσετε χρησιμοποιήστε πληροφορίες από τον παραπάνω πίνακα και δικές σας γνώσεις.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Μηνιγγίτιδα

α. Να συγκεντρώστε στοιχεία που αφορούν τη μηνιγγίτιδα (αίτια, συμπτώματα, τρόπος μετάδοσης, πρόληψη κτλ.).

β. Να συγκεντρώσετε επίσης στοιχεία που αφορούν τον αριθμό των κρουσμάτων μηνιγγίτιδας τα τελευταία χρόνια στην περιοχή σας ή / και στην Ελλάδα. Ομαδοποιήστε τα περιστατικά με βάση την ηλικία, το φύλο και την περίοδο εμφάνισης.

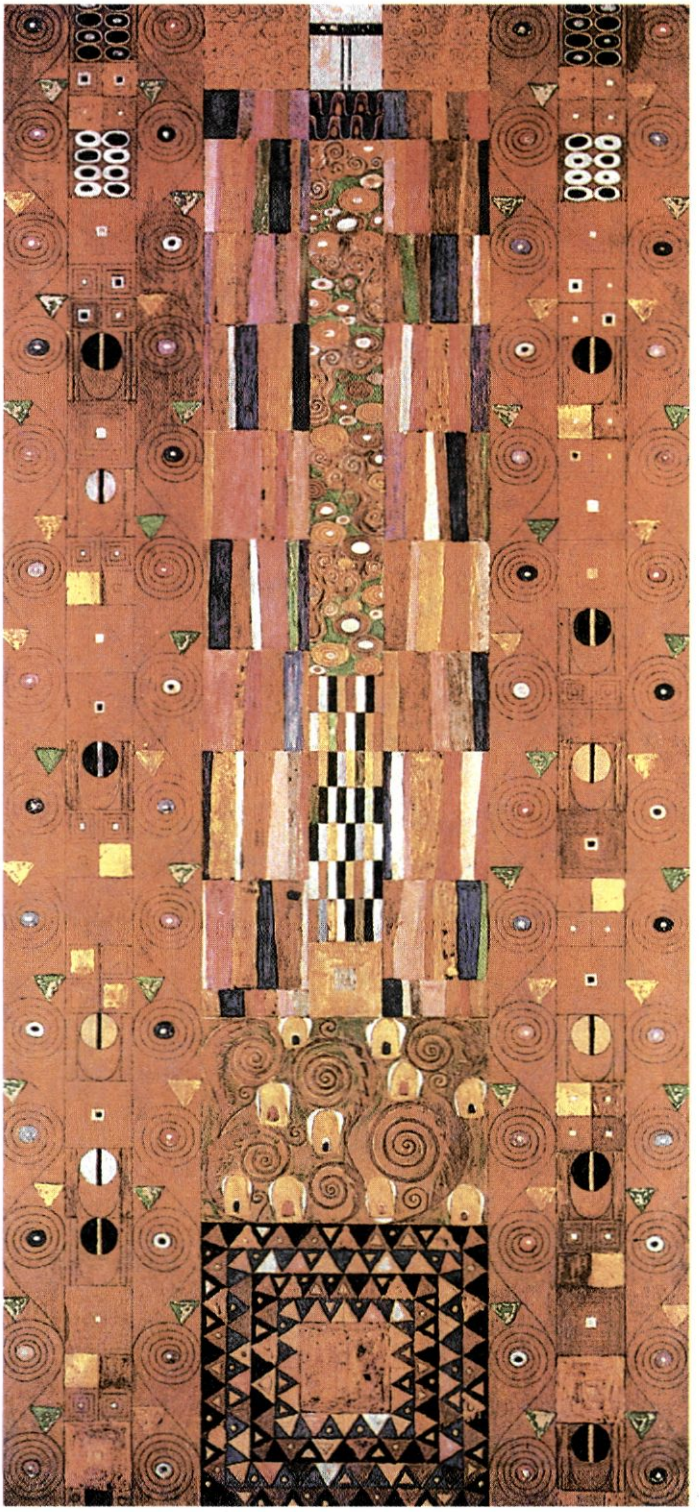
γ. Να αναπαραστήσετε γραφικά τα αποτελέσματα.

δ. Να συζητήσετε τις μεταβολές στους αριθμούς των περιστατικών και να προσπαθήσετε να τις αιτιολογήσετε.

ε. Θεωρείτε αιτιολογημένο τον πανικό που προκαλεί η εμφάνιση κρουσμάτων μηνιγγίτιδας; Τεκμηριώστε την άποψή σας.

στ. Να παρουσιάσετε την εργασία σας στην τάξη ή στο σχολείο σας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10



Gustav Klimt,
Der Stocletfries

10. ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ - ΑΙΣΘΗΣΕΙΣ

ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ - ΑΙΣΘΗΣΕΙΣ

Υποδοχείς

Ο άνθρωπος διαθέτει σύστημα αισθητήριων οργάνων, το οποίο του επιτρέπει να αντιλαμβάνεται τις μεταβολές που συμβαίνουν στο εσωτερικό και στο εξωτερικό περιβάλλον του. Ειδικά **κύτταρα – υποδοχείς**, ευαίσθητα στις αλλαγές αυτές, είναι τα κύρια μέσα συλλογής πληροφοριών που αφορούν την κατάσταση στο σώμα μας και ή τις μεταβολές στο εξωτερικό περιβάλλον. Οι πληροφορίες αυτές μεταφέρονται με τη μορφή νευρικών ώσεων κατά μήκος των αισθητικών οδών και φτάνουν στο ΚΝΣ. Εκεί πραγματοποιείται η ανάλυση και επεξεργασία τους και «επιλέγεται» η κατάλληλη απάντηση. Οι αισθητήριοι υποδοχείς είναι τα «παράθυρα του οργανισμού στον κόσμο», και είναι συνήθως ευαίσθητοι σε έναν τύπο ερεθίσματος.

Οι **χημειοϋποδοχείς** ανιχνεύουν αλλαγές στη συγκέντρωση χημικών ουσιών. Παίζουν ρόλο στη δημιουργία του αίσθησης της γεύσης και της όσφρησης. Χημειοϋποδοχείς που υπάρχουν στα εσωτερικά όργανα, π.χ. στα αιμοφόρα αγγεία, ανιχνεύουν αλλαγές στη συγκέντρωση της γλυκόζης, του CO_2 και άλλων ουσιών.

Οι **θερμοϋποδοχείς** ανιχνεύουν αλλαγές στη θερμοκρασία.

Οι **φωτοϋποδοχείς** έχουν τη δυνατότητα ανίχνευσης φωτεινής ακτινοβολίας και συμμετέχουν στη δημιουργία της αίσθησης της όρασης.

Οι **μηχανοϋποδοχείς** ανιχνεύουν αλλαγές στην πίεση, στην κίνηση ή στην τάση.

Οι αισθητήριοι υποδοχείς βρίσκονται στο σώμα είτε ως ανεξάρτητα κύτταρα, όπως οι ελεύθερες νευρικές απολήξεις στο δέρμα, είτε σε ομάδες στα **αισθητήρια όργανα,** π.χ. στον οφθαλμό, συνδεδεμένοι με κύτταρα από άλλους ιστούς, οι οποίοι τους προστατεύουν.

Αισθήσεις

Η αίσθηση είναι το αποτέλεσμα ερμηνείας των ερεθισμάτων που φτάνουν στον εγκέφαλο. Η ερμηνεία τα καθιστά συνειδητά. Με αυτόν τον τρόπο η μικρού μήκους κύματος (400 nm) φωτεινή ακτινοβολία που πέφτει στον οφθαλμό γίνεται αντιληπτή ως κυανό χρώμα, ενώ η ζάχαρη στη γλώσσα γίνεται αντιληπτή ως γλυκιά γεύση.

Επειδή ο τρόπος δημιουργίας και μεταφοράς της νευρικής ώσης είναι ο ίδιος, ανεξάρτητα από το είδος του ερεθίσματος, οι διαφορετικές αισθήσεις είναι αποτέλεσμα διαφορετικού τρόπου ανάλυσης και ερμηνείας αυτών των νευρικών ώσεων που σχετίζεται με την περιοχή του φλοιού όπου καταλήγουν οι νευρικές ώσεις. Για παράδειγμα, οι νευρικές ώσεις που φτάνουν σε μία περιοχή του κροταφικού λοβού (κέντρο ακοής) ερμηνεύονται, ανεξάρτητα από τον τρόπο δημιουργίας τους, ως ήχος, ενώ άλλες, που φτάνουν σε άλλη περιοχή (κέντρο γεύσης), πάντα ως γεύση.

Οι υποδοχείς εκτός από το ότι αποτελούν μέσο για την αντίληψη του εξωτερικού κόσμου είναι σημαντικοί για τη διατήρηση της εγρήγορσης, το σχηματισμό εικόνας του σώματός μας και τον έλεγχο των κινήσεων.

Οι αισθήσεις διακρίνονται σε σωματικές και ειδικές.

ΣΩΜΑΤΙΚΕΣ ΑΙΣΘΗΣΕΙΣ

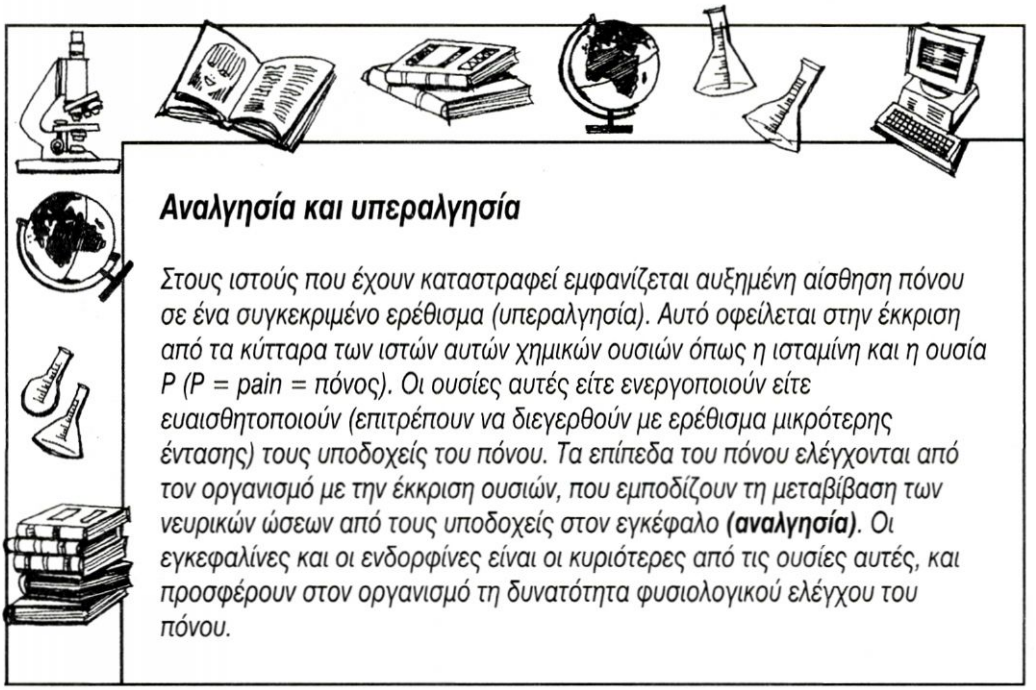
Οι σωματικές αισθήσεις είναι το αποτέλεσμα της ερμηνείας των νευρικών ώσεων που προέρχονται από υποδοχείς, οι οποίοι βρίσκονται στα διάφορα μέρη του σώματος.

Οι υποδοχείς των σωματικών αισθήσεων βρίσκονται στο δέρμα, στους μυς, στους συνδέσμους και στα σπλάχνα. Στο δέρμα περιέχονται υποδοχείς της αφής, της πίεσης, του πόνου, της θερμοκρασίας (του θερμού και του ψυχρού).

Ο αριθμός των διάφορων ομάδων υποδοχέων διαφέρει σημαντικά. Για παράδειγμα, οι υποδοχείς του πόνου στο δέρμα είναι τριάντα φορές περισσότεροι από τους υποδοχείς του ψυχρού. Συγκεκριμένες περιοχές του δέρματος περιέχουν μεγαλύτερο αριθμό υποδοχέων για μια αίσθηση από όσους κάποιες άλλες περιοχές. Στα χείλη εμφανίζεται μεγαλύτερη συγκέντρωση υποδοχέων αφής από ό,τι στην πλάτη.

Πόνος

Οι υποδοχείς του πόνου είναι συνήθως ελεύθερες νευρικές απολήξεις κατανεμημένες στο δέρμα και σε εσωτερικά όργανα (π.χ. στα οστά, στους μυς, στα αγγεία) εκτός από τον εγκέφαλο. Διεγείρονται από την καταστροφή των ιστών από μηχανικά ή άλλα αίτια (θερμότητα, χημικές ενώσεις). Οι νευρικές ώσεις που δημιουργούνται από τα ερεθίσματα αυτά μεταφέρονται στον εγκέφαλο, όπου αναλύονται και ερμηνεύονται. Συνήθως, γίνεται διάκριση ανάμεσα στον οξύ πόνο (πόνος μεγάλης έντασης και μικρής διάρκειας), που προέρχεται από την επιφάνεια και μπορεί να προσδιοριστεί τοπικά, και στο χρόνιο πόνο (πόνος με μικρότερη ένταση και μεγάλη διάρκεια), που είναι εσωτερικός και διάχυτος.



Αναλγησία και υπεραλγησία

Στους ιστούς που έχουν καταστραφεί εμφανίζεται αυξημένη αίσθηση πόνου σε ένα συγκεκριμένο ερέθισμα (υπεραλγησία). Αυτό οφείλεται στην έκκριση από τα κύτταρα των ιστών αυτών χημικών ουσιών όπως η ισταμίνη και η ουσία P (P = pain = πόνος). Οι ουσίες αυτές είτε ενεργοποιούν είτε ευαισθητοποιούν (επιτρέπουν να διεγερθούν με ερέθισμα μικρότερης έντασης) τους υποδοχείς του πόνου. Τα επίπεδα του πόνου ελέγχονται από τον οργανισμό με την έκκριση ουσιών, που εμποδίζουν τη μεταβίβαση των νευρικών ώσεων από τους υποδοχείς στον εγκέφαλο ***(αναλγησία)****. Οι εγκεφαλίνες και οι ενδορφίνες είναι οι κυριότερες από τις ουσίες αυτές, και προσφέρουν στον οργανισμό τη δυνατότητα φυσιολογικού ελέγχου του πόνου.*

Αφή και πίεση

Για τις αισθήσεις της αφής και της πίεσης υπεύθυνες είναι διάφορες ομάδες μηχανοϋποδοχέων, που μπορεί να είναι ελεύθερες νευρικές απολήξεις ή ειδικά σωμάτια. Αυτές οι ομάδες βρίσκονται κατανεμημένες τόσο στην επιφάνεια του σώματος (δέρμα) όσο και σε ιστούς των μυών και των συνδέσμων.

Οι υποδοχείς που βρίσκονται στο δέρμα εμφανίζονται με μεγαλύτερη πυκνότητα στις άτριχες περιοχές του, όπως είναι τα χείλη, τα ακροδάκτυλα, οι παλάμες, οι πατούσες, και μας βοηθούν να έχουμε αντίληψη της υφής των αντικειμένων. Οι υποδοχείς που βρίσκονται στους συνδέσμους και στους τένοντες ανιχνεύουν αλλαγές στην πίεση. Οι αισθητικές πληροφορίες μεταφέρονται στην πρόσθια περιοχή του βρεγματικού λοβού (κέντρο σωματικών αισθήσεων), όπου αναλύονται και ερμηνεύονται.

Θερμοκρασία

Οι υποδοχείς της θερμοκρασίας είναι ελεύθερες νευρικές απολήξεις, που βρίσκονται κυρίως στο δέρμα και στους σκελετικούς μυς. Υπάρχουν δύο διαφορετικές ομάδες υποδοχέων θερμοκρασίας: του θερμού και του ψυχρού. Οι νευρικές ώσεις από τους υποδοχείς αυτούς μεταφέρονται, μέσω αισθητικών οδών, αρχικά στο θάλαμο και τελικά στο κέντρο των σωματικών αισθήσεων, στο βρεγματικό λοβό.

ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΙΣΘΗΣΕΙΣ

Όραση

Δομή του οφθαλμικού βολβού

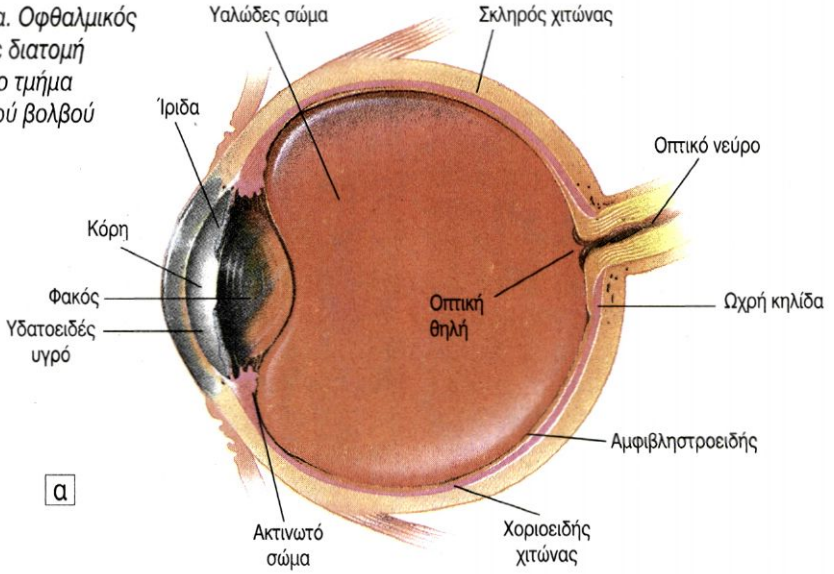
Ο οφθαλμικός βολβός (εικ. 10.1α), έχει σχήμα πεπλατυσμένης σφαίρας και διάμετρο, στον ενήλικα, περίπου 2,5 cm. Αποτελείται από τρεις χιτώνες, το σκληρό, το χοριοειδή και τον αμφιβληστροειδή.

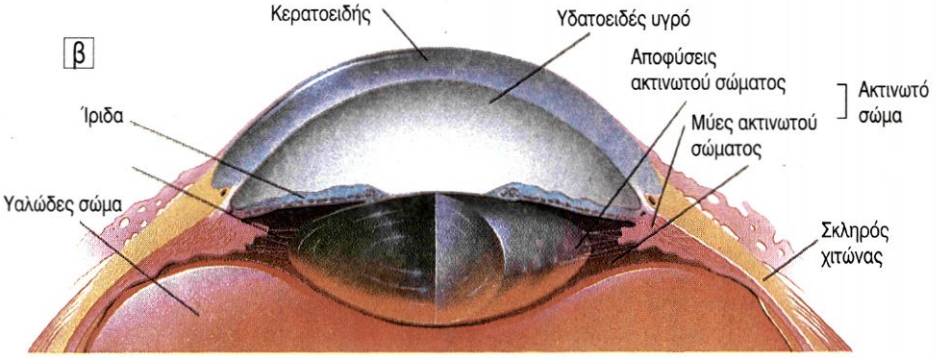
Ο **σκληρός χιτώνας** (λευκό του ματιού) βρίσκεται εξωτερικά και είναι ένα σκληρό ελαστικό στρώμα από πυκνό συνδετικό ιστό. Το πρόσθιο τμήμα του σκληρού, ο **κερατοειδής**, είναι διαφανές με μεγάλη κυρτότητα. Ο **χοριοειδής χιτώνας** βρίσκεται εσωτερικά του σκληρού, περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό αγγείων και περιέχει χρωστικές, που απορροφούν τις ακτίνες φωτός εμποδίζοντας την ανάκλασή τους μέσα στο μάτι. Ο **αμφιβληστροειδής** είναι ο εσωτερικός χιτώνας και περιλαμβάνει τα φωτοϋποδεκτικά κύτταρα.

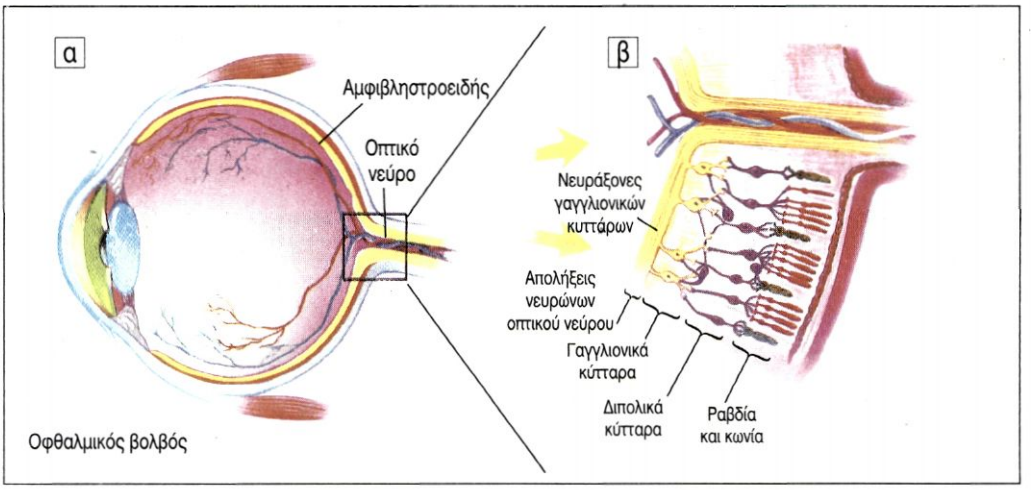
Το πρόσθιο τμήμα του χοριοειδούς σχηματίζει την **ίριδα**, η οποία περιέχει λείους μυς, που ρυθμίζουν το εύρος μίας οπής στο κέντρο της (κόρη του οφθαλμού). Ακριβώς πίσω από το σημείο σύνδεσης του λευκού του ματιού με τον κερατοειδή ο χοριοειδής γίνεται παχύτερος σχηματίζοντας μία δομή, το **ακτινωτό σώμα** (εικ. 10.1β). Ο **κρυσταλλοειδής φακός** βρίσκεται πίσω από την κόρη του οφθαλμού και συνδέεται με το ακτινωτό σώμα μέσω λείων μυών (ακτινωτοί μύες). Η κοιλότητα που σχηματίζεται ανάμεσα στο φακό την ίριδα, και στον κερατοειδή είναι γεμάτη με ένα διαφανές υγρό, το **υδατοειδές υγρό,** ενώ αυτή που σχηματίζεται πίσω από το φακό είναι γεμάτη με ένα παχύρρευστο υγρό, το **υαλώδες σώμα**.

Ο αμφιβληστροειδής (εικ. 10.2α) περιέχει τροποποιημένα νευρικά κύτταρα, οι απολήξεις των οποίων ονομάζονται **ραβδία** και **κωνία** (εικ. 10.2β) και περιέχουν φωτοευαίσθητες χρωστικές. Τα ραβδία είναι πολυάριθμα (150×10^6) και εντοπίζονται κυρίως στην περι-

εικ 10.1 α. Οφθαλμικός βολβός σε διατομή
β. Πρόσθιο τμήμα οφθαλμικού βολβού







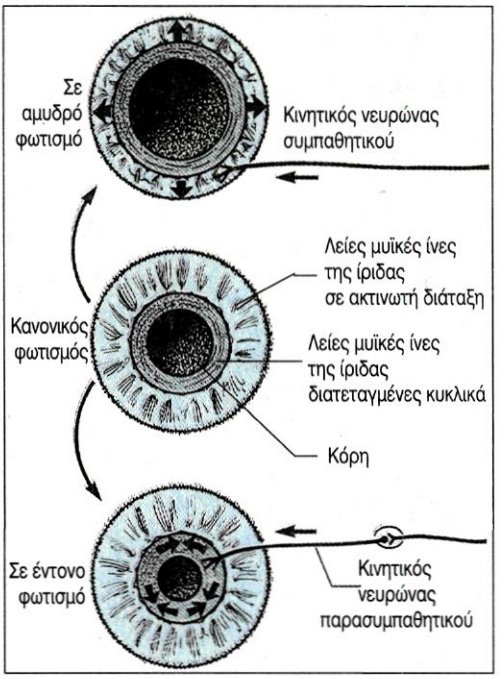
εικ.10.2 Ανατομία αμφιβληστροειδούς χιτώνα

φέρεια του αμφιβληστροειδούς. Τα κωνία είναι λιγότερα σε αριθμό ($3x10^6$) από τα ραβδία και εντοπίζονται στο κέντρο του αμφιβληστροειδούς και κυρίως στην **ωχρή κηλίδα.** Τα ραβδία και τα κωνία σχηματίζουν συνάψεις με διπολικά νευρικά κύτταρα (εικ. 10.1). Αυτά στη συνέχεια συνδέονται με άλλα νευρικά κύτταρα, των οποίων οι αποφυάδες σχηματίζουν το **οπτικό νεύρο.** Το οπτικό νεύρο εξέρχεται από ένα άνοιγμα του αμφιβληστροειδούς, την **οπτική θηλή**.

Έλεγχος έντασης του εισερχόμενου φωτός και εστίαση

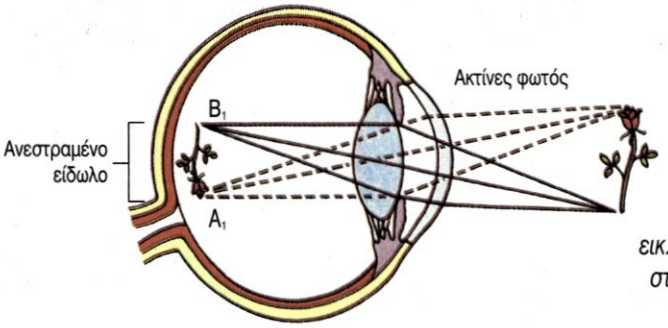
Στην ίριδα υπάρχουν λείες μυϊκές ίνες, οι οποίες μεταβάλλουν τη διάμετρο της κόρης του οφθαλμού και συνεπώς την ένταση του φωτός που φτάνει στα φωτοευαίσθητα κύτταρα του αμφιβληστροειδούς. Το έντονο φως προκαλεί, αντανακλαστικά, τη μείωση της διαμέτρου της κόρης του οφθαλμού, ενώ, αντίθετα, το ασθενές φως την αύξηση (εικ. 10.3).

Η υψηλής ευκρίνειας όραση εξαρτάται από τον ακριβή σχηματισμό του ειδώλου του παρατηρούμενου αντικειμένου πάνω στον αμφιβληστροειδή. Για να γίνει εστίαση του αντικειμένου, είναι απαραίτητο οι ακτίνες του φωτός πού εισέρχονται στο οφθαλμό να διαθλαστούν (εικ. 10.4). Η γωνία διάθλασης των ακτίνων εξαρτάται από την απόσταση του αντικειμένου από τον αμφιβληστροειδή. Η διάθλαση του φωτός επιτυγχάνεται με τη διέλευση των ακτίνων από τον κερατοειδή, το υδατοειδές υγρό, τον κρυσταλλοειδή φακό και το υαλώδες σώμα



10.3 Μεταβολές στο εύρος της κόρης του οφθαλμού με μεταβολές στην ένταση του φωτός

(διαθλαστική συσκευή του οφθαλμού). Για την εστίαση αντικειμένων που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 6 m είναι απαραίτητη η αύξηση της κυρτότητας του κρυσταλλοειδούς φακού, και αυτό επιτυγχάνεται με σύσπαση των μυών του ακτινωτού σώματος. Η ικανότητα μεταβολής της κυρτότητας του κρυσταλλοειδούς φακού ονομάζεται **προσαρμογή**. Το είδωλο σχηματίζεται στον αμφιβληστροειδή ανεστραμμένο (εικ. 10.4). Μαθαίνουμε όμως και από τις εμπειρίες να βλέπουμε τα είδωλα ανορθωμένα.



εικ. 10.4 Σχηματισμός ειδώλου στον αμφιβληστροειδή χιτώνα

Γνωρίζετε ότι:

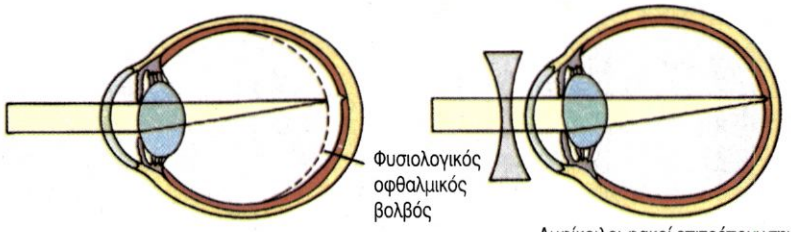
Η μικρότερη απόσταση στην οποία όταν βρίσκεται ένα αντικείμενο ο οφθαλμός έχει την ικανότητα να εστιάζει με ευκρίνεια ονομάζεται εγγύς σημείο όρασης. Για τα παιδιά το εγγύς σημείο όρασης βρίσκεται σε απόσταση 7-9 cm από τον οφθαλμό, στους εφήβους στα 15-20 cm, ενώ σε άτομα ηλικίας 60 ετών στα 80 περίπου cm.

Προβλήματα που αφορούν την εστίαση

Όταν οι μύες του ακτινωτού σώματος λειτουργούν κανονικά και ο κρυσταλλοειδής φακός διατηρεί την ελαστικότητά του, τότε ανεξάρτητα από την απόσταση (αρκεί να μην είναι μικρότερη από το εγγύς σημείο όρασης) στην οποία βρίσκεται το αντικείμενο, το είδωλό του σχηματίζεται με ακρίβεια στον αμφιβληστροειδή χιτώνα.

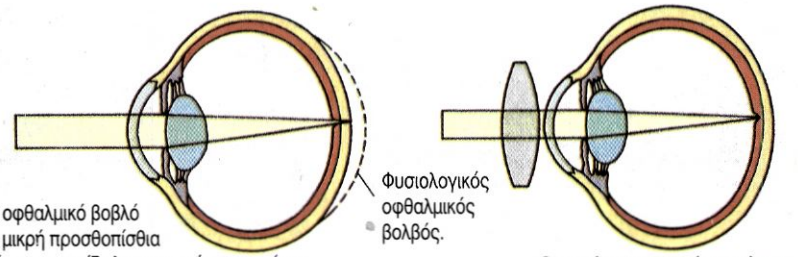
Ο κρυσταλλοειδής φακός με την πάροδο του χρόνου χάνει την ελαστικότητά του, και στην ηλικία των 45-50 ετών δεν μπορεί να αυξήσει την κυρτότητά του. Έτσι επιτρέπει την εστίαση μόνο μακρινών αντικειμένων (πρεσβυωπία). Η χρήση διορθωτικών φακών επιτρέπει στα άτομα που πάσχουν από πρεσβυωπία να εστιάζουν και στα αντικείμενα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση (π.χ. τα γράμματα της εφημερίδας που διαβάζουν).

Προβλήματα στην εστίαση προκύπτουν και από ανωμαλίες στο σχήμα του οφθαλμικού βολβού. Όταν ο βολβός έχει μεγαλύτερη από το φυσιολογικό προσθοπίσθια διάμετρο, τα είδωλα σχηματίζονται σε επίπεδο μπροστά από τον αμφιβληστροειδή (μυωπία). Αν, αντίθετα, η διάμετρος είναι μικρότερη από τη φυσιολογική, τα είδωλα σχηματίζονται σε επίπεδο πίσω από τον αμφιβληστροειδή (υπερμετρωπία). Και οι δύο αυτές παθολογικές καταστάσεις αντιμετωπίζονται με την τοποθέτηση κατάλληλων διορθωτικών φακών (γυαλιά ή φακοί επαφής), που διορθώνουν τα σφάλματα εστίασης.



Σε οφθαλμικό βοβλό με μεγάλη προσθοπίσθια διάμετρο το είδωλο μακρινού αντικειμένου σχηματίζεται μπροστά από τον αμφιβληστροειδή.

Αμφίκοιλοι φακοί επιτρέπουν την όραση μακρινών αντικειμένων.



Σε οφθαλμικό βοβλό με μικρή προσθοπίσθια διάμετρο το είδωλο κοντινού αντικειμένου σχηματίζεται πίσω από τον αμφιβληστροειδή.

Οι αμφίκυρτοι φακοί επιτρέπουν την όραση κοντινών αντικειμένων.

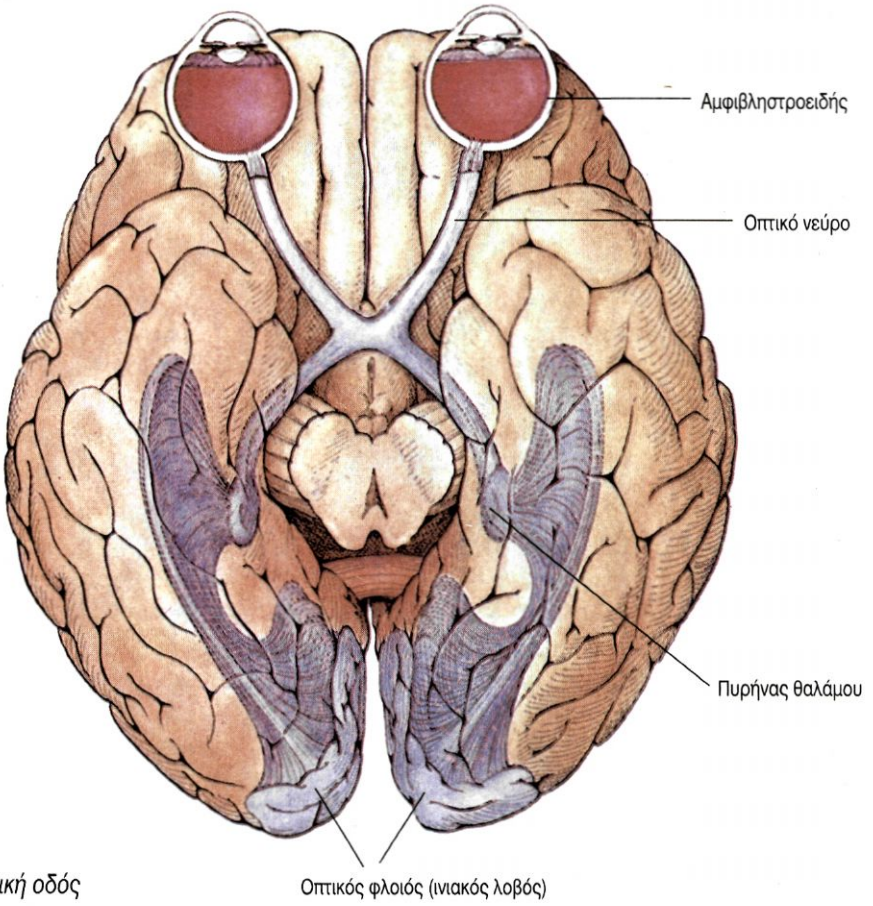
Γλαύκωμα

Το γλαύκωμα είναι μία παθολογική κατάσταση, που εμφανίζεται συνήθως σε άτομα με ηλικία μεγαλύτερη των 35 ετών. Οφείλεται στο μειωμένο ρυθμό απομάκρυνσης του υδατοειδούς υγρού σε σχέση με το ρυθμό παραγωγής του. Αποτέλεσμα της ανωμαλίας αυτής είναι η συσσώρευση υδατοειδούς υγρού στο χώρο ανάμεσα στον κερατοειδή και στον κρυσταλλοειδή φακό, που οδηγεί στην αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης. Η πίεση που ασκείται στα τοιχώματα του οφθαλμικού βολβού συμπιέζει τα αγγεία του χοριοειδούς χιτώνα με αποτέλεσμα αυτά να μη μεταφέρουν επαρκείς ποσότητες οξυγόνου και θρεπτικών συστατικών στα ραβδία και στα κωνία. Αυτό μπορεί να προκαλέσει παραμόρφωση στις νευρικές ίνες του οπτικού νεύρου, με αποτέλεσμα τη σταδιακή απώλεια της όρασης. Το γλαύκωμα είναι μία ασθένεια που μπορεί να διαγνωστεί έγκαιρα με τη μέτρηση της πίεσης του οφθαλμού.

Βιοχημεία της όρασης

Οι ακτίνες του φωτός φτάνουν και εστιάζονται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, αφού διέλθουν από τη διαθλαστική συσκευή του οφθαλμού. Τα ραβδία και τα κωνία περιέχουν χρωστικές που διασπώνται μετά την απορρόφηση φωτεινής ενέργειας.

Τα ραβδία είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στη φωτεινή ακτινοβολία και είναι υπεύθυνα για την όραση σε συνθήκες χαμηλής έντασης φωτός. Στις συνθήκες αυτές τα αντικείμενα που γίνονται αντιληπτά με τη βοήθεια των ραβδίων, εμφανίζονται θολά, δίχως σαφή όρια και σε αποχρώσεις του γκρίζου. Στα ραβδία περιέχεται η φωτοευαίσθητη χρωστική **ροδοψίνη**. Η ροδοψίνη αποτελείται από την πρωτεΐνη οψίνη, που είναι συνδεδεμένη με μία χρωστική παράγωγο της βιταμίνης Α, τη ρετινίνη. Όταν η ροδοψίνη απορροφήσει φωτεινή ενέργεια τελικά διασπάται σε οψίνη και ρετινίνη. Η διάσπαση αυτή έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νευρικής ώσης, η οποία μεταφέρεται μέσω του οπτικού νεύρου στον εγκέφαλο (ινιακός λοβός) (εικ. 10.5). Η οψίνη και η ρετινίνη με κατανάλωση ATP μετατρέπονται σε ροδοψίνη. Η επανασύνθεση της ροδοψίνης αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση, για να μπορέσουν τα ραβδία να αντιδράσουν και πάλι στη φωτεινή ακτινοβολία. Η σύνθεση της ροδοψίνης απαιτεί περισσότερο χρόνο από τη διάσπασή της και επιταχύνεται σε χαμηλές εντάσεις φωτός.

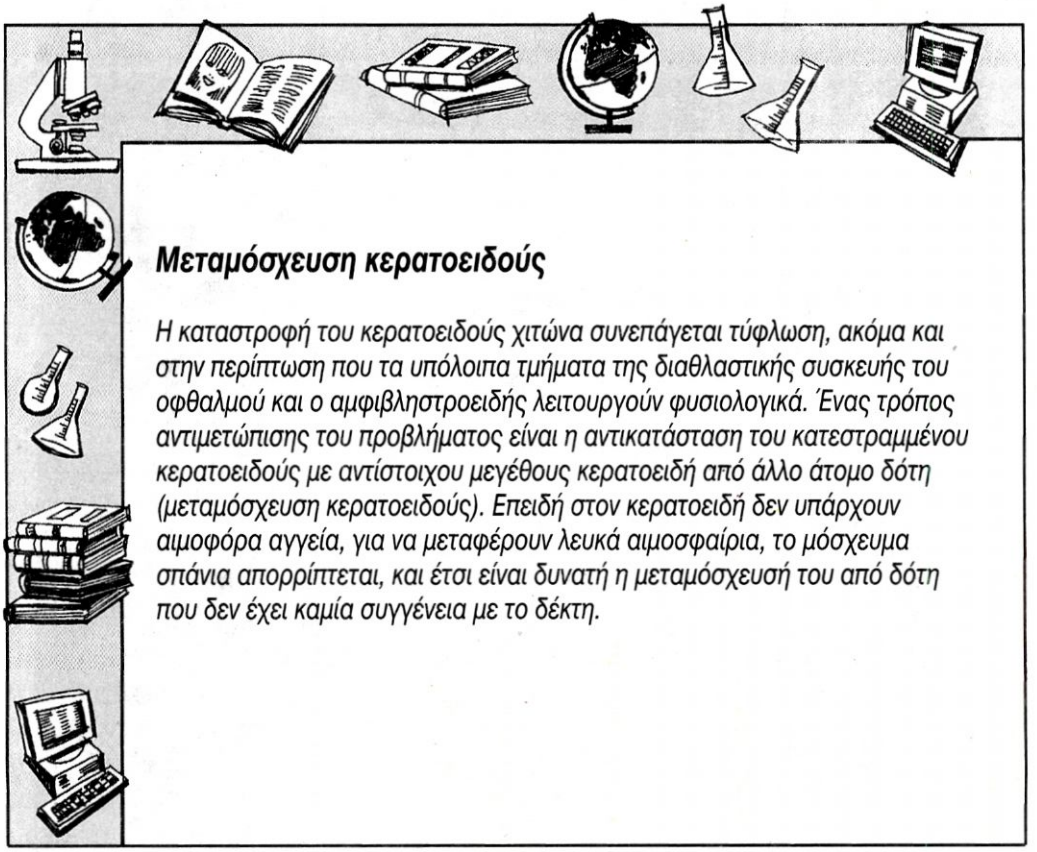


εικ. 10.5 Οπτική οδός

Τα κωνία, που εντοπίζονται κυρίως στην ωχρή κηλίδα, διεγείρονται μόνο σε συνθήκες επαρκούς φωτισμού και μας επιτρέπουν να διακρίνουμε τα χρώματα και τις λεπτομέρειες ενός αντικειμένου. Η φωτοευαίσθητη χρωστική των κωνίων είναι η **ιωδοψίνη.** Η χρωστική αυτή είναι λιγότερο ευαίσθητη στη φωτεινή ακτινοβολία από τη ροδοψίνη. Απαιτεί γι' αυτό το λόγο μεγαλύτερη ένταση φωτός, για να διασπαστεί και να προκαλέσει τη δημιουργία νευρικής ώσης. Στα κωνία περιέχονται τρεις διαφορετικοί τύποι ιωδοψίνης, οι οποίοι παρουσιάζουν μέγιστο απορρόφησης σε τρεις συγκεκριμένες περιοχές του ορατού φάσματος, και αντιστοιχούν στα χρώματα κυανό, πράσινο και κόκκινο. Σύμφωνα με την τριχρωματική θεωρία της όρασης, η διέγερση ενός μόνο τύπου κωνίων ερμηνεύεται από τον εγκέφαλο ως κυανό, πράσινο ή κόκκινο χρώμα. Τα υπόλοιπα χρώματα γίνονται αντιληπτά από την ταυτόχρονη διέγερση σε συγκεκριμένο ποσοστό κωνίων και από τις τρεις ομάδες. Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που μπορεί να ανιχνευτεί από τον ανθρώπινο οφθαλμό εντοπίζεται στην περιοχή των 400-700 nm περίπου (ορατό).

Γνωρίζετε ότι:

Δίαιτα φτωχή σε βιταμίνη Α έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία όρασης σε χαμηλές εντάσεις φωτός (νυχτωλωπία).

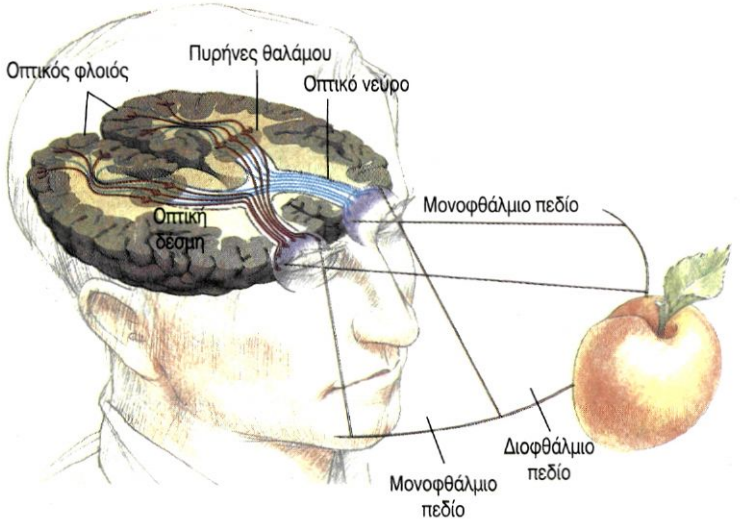


Μεταμόσχευση κερατοειδούς

Η καταστροφή του κερατοειδούς χιτώνα συνεπάγεται τύφλωση, ακόμα και στην περίπτωση που τα υπόλοιπα τμήματα της διαθλαστικής συσκευής του οφθαλμού και ο αμφιβληστροειδής λειτουργούν φυσιολογικά. Ένας τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος είναι η αντικατάσταση του κατεστραμμένου κερατοειδούς με αντίστοιχου μεγέθους κερατοειδή από άλλο άτομο δότη (μεταμόσχευση κερατοειδούς). Επειδή στον κερατοειδή δεν υπάρχουν αιμοφόρα αγγεία, για να μεταφέρουν λευκά αιμοσφαίρια, το μόσχευμα σπάνια απορρίπτεται, και έτσι είναι δυνατή η μεταμόσχευσή του από δότη που δεν έχει καμία συγγένεια με το δέκτη.

Στερεοσκοπική όραση

Αν και το είδωλο που σχηματίζεται στον αμφιβληστροειδή έχει μόνο δύο διαστάσεις, ο άνθρωπος είναι σε θέση να έχει μία τρισδιάστατη αντίληψη του αντικειμένου. Αυτό οφείλεται στη θέση των οφθαλμών, που απέχουν 6-7 cm μεταξύ τους. Κάθε αντικείμενο που βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 6m παρατηρείται από διαφορετική οπτική γωνία και σχηματίζει ελαφρώς διαφορετικά είδωλα στους δύο οφθαλμούς. Στον εγκέφαλο φτάνουν δύο διαφορετικές πληροφορίες για το ίδιο αντικείμενο. Εκεί συνδυάζονται, συντίθενται και ερμηνεύονται. Το αποτέλεσμα των διεργασιών αυτών είναι η τρισδιάστατη αντίληψη του χώρου.



Ακοή

Το αυτί είναι υπεύθυνο για την αίσθηση της ακοής και την αίσθηση της ισορροπίας. Αποτελείται από τρία τμήματα: το εξωτερικό, το μέσο και το εσωτερικό αυτί. Τα υποδεκτικά όργανα για τη λειτουργία της ακοής και της ισορροπίας εντοπίζονται στο εσωτερικό αυτί και αποτελούνται κυρίως από τριχοφόρα κύτταρα.

Εξωτερικό και μέσο αυτί

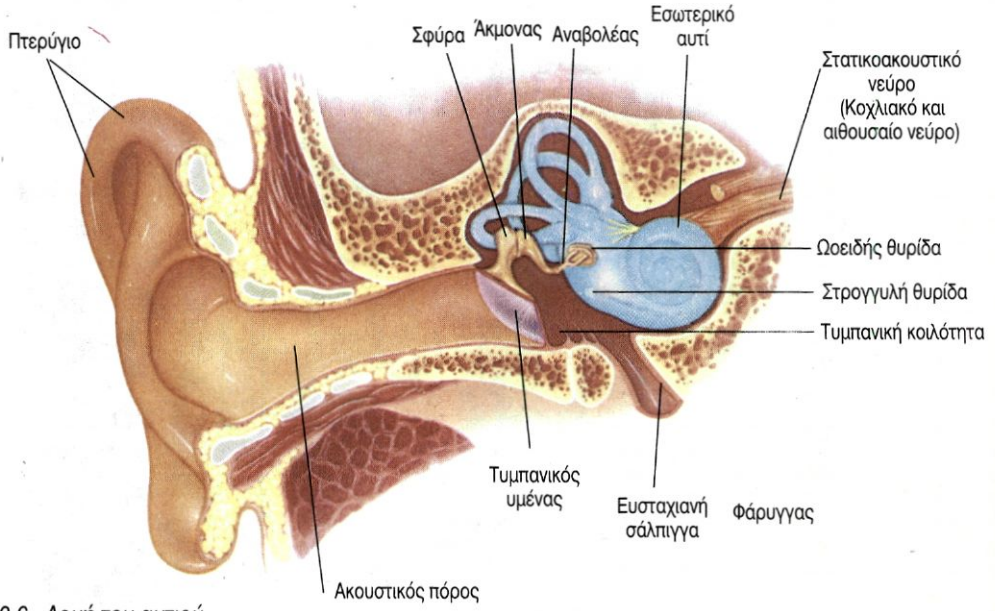
Το εξωτερικό αυτί αποτελείται από δύο τμήματα, το **πτερύγιο** και τον **ακουστικό πόρο**. Η είσοδος του ακουστικού πόρου είναι επενδυμένη με τριχίδια και με πολυάριθμα κύτταρα, που εκκρίνουν **κυψελίδα**. Τα τριχίδια και η κυψελίδα εμποδίζουν την είσοδο σκόνης και οργανισμών στο αυτί. Το πτερύ-

γιο συλλέγει του ήχους και τους κατευθύνει προς τον ακουστικό πόρο. Οι ήχοι στο τέλος του ακουστικού πόρου συναντούν τον **τυμπανικό υμένα**, τον οποίο θέτουν σε παλμική κίνηση (εικ. 10.6).

Το μέσο αυτί αποτελείται από την τυμπανική κοιλότητα, τον τυμπανικό υμένα και τρία ακουστικά οστάρια: τη **σφύρα,** τον **άκμονα** και τον **αναβολέα.** Η τυμπανική κοιλότητα είναι γεμάτη με αέρα και χωρίζει το εξωτερικό από το εσωτερικό αυτί. Στην τυμπανική κοιλότητα καταλήγει η **ευσταχιανή σάλπιγγα**, ένας σωλήνας που συνδέει το μέσο αυτί με το ρινοφάρυγγα. Η ευσταχιανή σάλπιγγα βοηθά στη διατήρηση ίσης πίεσης στις δύο πλευρές του τυμπανικού υμένα, κάτι που είναι απαραίτητο για τη σωστή ακοή.

Τα ακουστικά οστάρια μεταδίδουν τις παλμικές κινήσεις του τυμπανικού υμένα στο εσωτερικό αυτί.

Η σφύρα, που βρίσκεται σε επαφή με τον τυμπανικό υμένα, μεταδίδει, μέσω του άκμονα, τις παλμικές κινήσεις στον αναβολέα. Αυτός συνδέεται με την **ωοειδή μεμβράνη**, που καλύπτει ένα άνοιγμα, την **ωοειδή θυρίδα**, στη βάση του κοχλία.



εικ. 10.6 Δομή του αυτιού

Εσωτερικό αυτί - μηχανισμός της ακοής

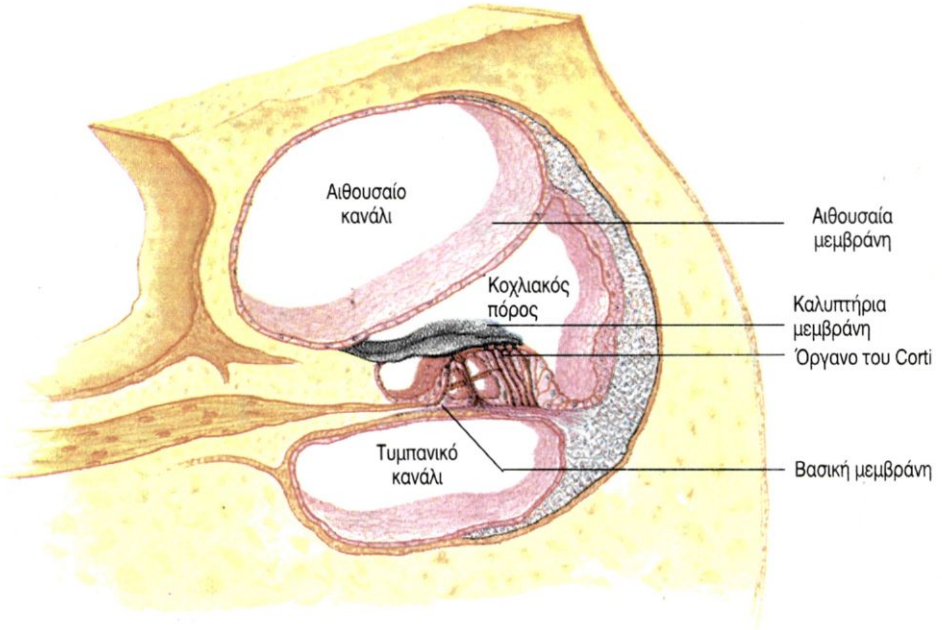
Το εσωτερικό αυτί αποτελείται από τον κοχλία, την αίθουσα και τους τρεις ημικύκλιους σωλήνες. Ο **κοχλίας** έχει σχήμα κελύφους σαλιγκαριού. Εσωτερικά, και σε όλο το μήκος του υπάρχουν τρία κανάλια, το **αιθουσαίο, το τυμπανικό** και ο **κοχλιακός πόρος** (εικ. 10.7α). Τα κανάλια χωρίζονται μεταξύ τους με μεμβράνες και είναι γεμάτα με λέμφο. Το αιθουσαίο κανάλι ενώνεται στην κορυφή του κοχλία με το τυμπανικό (εικ. 10.7γ). Το υποδεκτικό όργανο της ακοής είναι το **όργανο του Corti,** που εντοπίζεται στον κοχλία και αποτελείται κυρίως από ειδικά τριχοφόρα κύτταρα (μηχανοϋποδοχείς) (εικ. 10.7β). Τα κύτταρα αυτά βρίσκονται κατά μήκος του κάτω τοιχώματος του κοχλιακού πόρου (βασική μεμβράνη).

Όταν η ωοειδής θυρίδα τεθεί σε παλμική κίνηση, μεταβιβάζει τις κινήσεις αρχικά στη

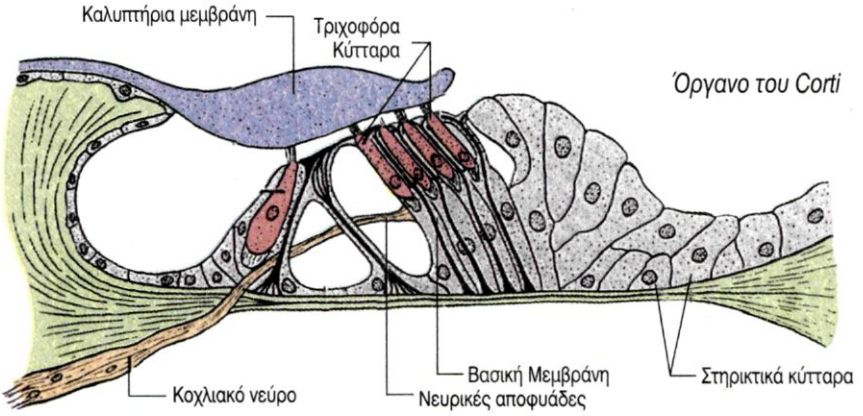
λέμφο του αιθουσαίου και στη συνέχεια στη λέμφο του τυμπανικού καναλιού. Τελικά, προκαλούνται δονήσεις στη βασική μεμβράνη, εξαιτίας των οποίων διεγείρονται τα ειδικά τριχοφόρα κύτταρα στο όργανο του Corti. Από αυτά ξεκινούν νευρικές ώσεις, οι οποίες φτάνουν μέσω του κοχλιακού νεύρου στο φλοιό του εγκεφάλου (κροταφικός λοβός) και ερμηνεύονται ως ήχος. Οι κινήσεις της λέμφου τελικά εξαλείφονται με κατάλληλες κινήσεις της μεμβράνης της στρογγυλής θυρίδας.

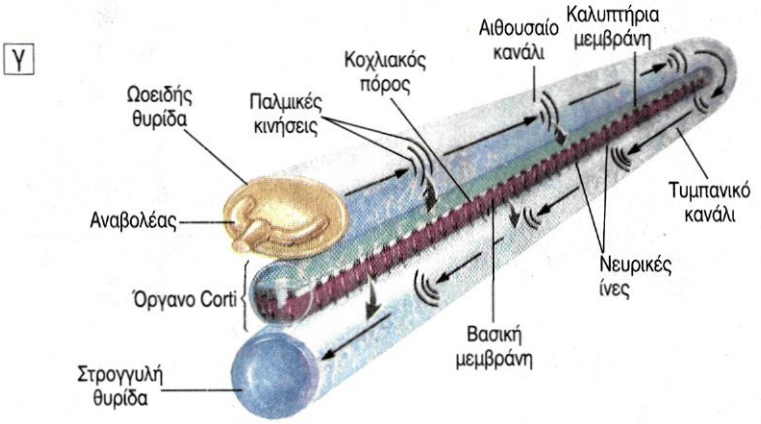
10.7 α. Κοχλίας του αυτιού σε διατομή
β. Όργανο του Corti
γ. Μετάδοση παλμικών κινήσεων στον κοχλία

α



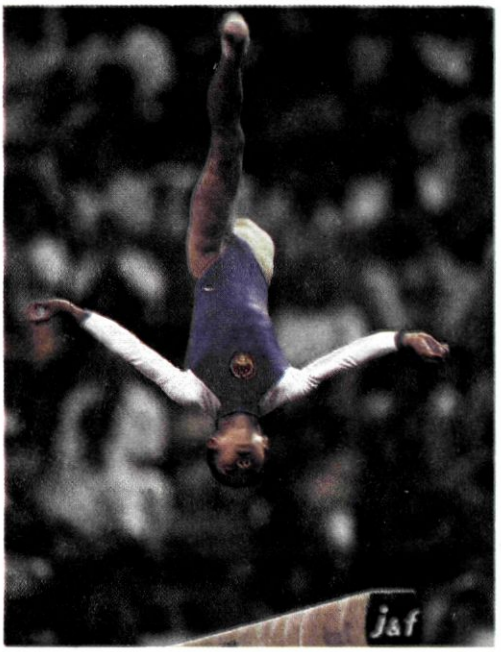
β





Ήχοι

Οι ήχοι παράγονται από σώματα που πάλλονται. Μεταδίδονται με τη μορφή ηχητικών κυμάτων, με τη βοήθεια κάποιου μέσου όπως ο αέρας ή το νερό. Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα είναι 340 m/sec.
Τα χαρακτηριστικά ενός ήχου είναι η ένταση και η συχνότητα. Το ανθρώπινο αυτί είναι σε θέση να αντιληφθεί ήχους συχνότητας 16 - 20.000 Hz. Η ελάχιστη ένταση του ήχου που ανιχνεύεται εξαρτάται από τη συχνότητά του (στα 1.000 Hz είναι 4 dB). Παρατεταμένη έκθεση σε ήχους μεγάλης έντασης έχει ως αποτέλεσμα την καταστροφή των βλεφαρίδων των τριχοφόρων κυττάρων του οργάνου του Corti και κώφωση.



Ισορροπία

Οι υποδοχείς της ισορροπίας είναι οι ακουστικές ακρολοφίες και οι ακουστικές κηλίδες, οι οποίες βρίσκονται στις βάσεις των ημικύκλιων σωλήνων και στην αίθουσα αντίστοιχα.

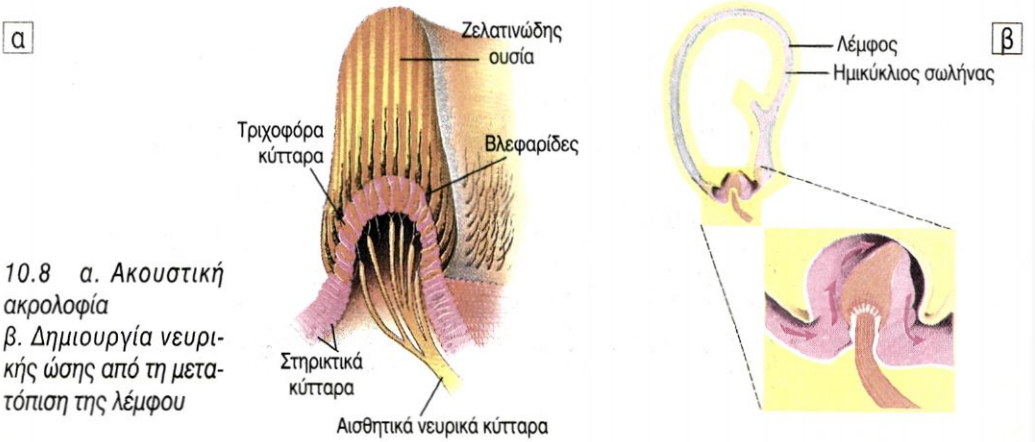
Οι **ακουστικές ακρολοφίες** αποτελούνται από τριχοφόρα κύτταρα, οι βλεφαρίδες των οποίων είναι στερεωμένες σε ζελατινώδη ουσία (εικ. 10.8α). Η ουσία αυτή κατά την περιστροφική κίνηση της κεφαλής κινείται λόγω μετατόπισης της λέμφου στους ημικύκλιους σωλήνες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κάμψη των βλεφαρίδων των τριχοφόρων κυττάρων και τη δημιουργία νευρικής ώσης (εικ. 10.8β).

Οι βλεφαρίδες των τριχοφόρων κυττάρων των **ακουστικών κηλίδων** είναι και αυτές στερεωμένες σε ζελατινώδη ουσία, πάνω στην οποία υπάρχουν κρύσταλλοι ανθρακικού ασβεστίου (ωτόλιθοι) (εικ. 10.9α). Όταν το σώμα δε μετακινείται, οι ωτόλιθοι ηρεμούν. Κατά την κάμψη της κεφαλής ή κατά την επιτάχυνση του σώματος οι ωτόλιθοι μετακινούνται, προκαλούν κάμψη στις βλεφαρίδες και δημιουργείται νευρική ώση (εικ. 10.9β).

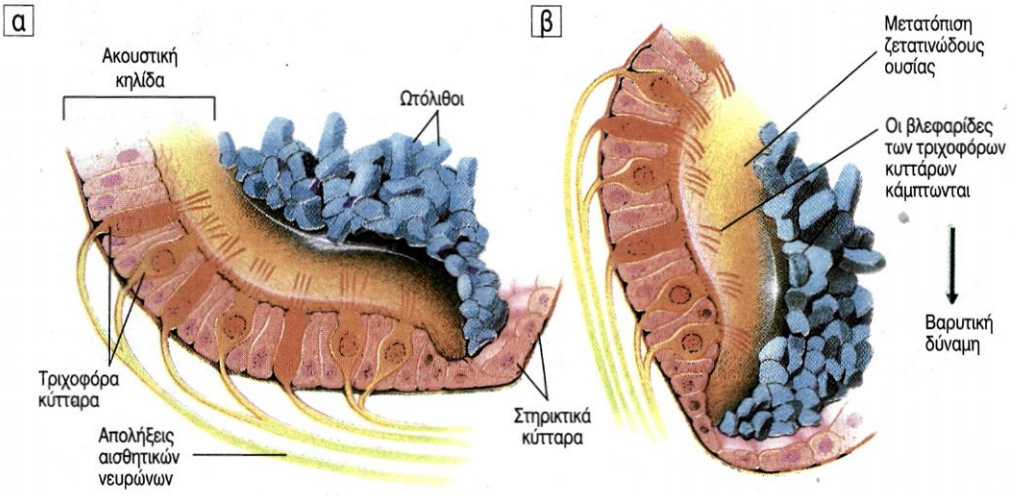
Οι νευρικές ώσεις από τις ακουστικές ακρολοφίες και τις ακουστικές κηλίδες μεταφέρονται μέσω του αιθουσαίου νεύρου, αρχικά, στον προμήκη και, τελικά, στην παρεγκεφαλίδα, η οποία ρυθμίζει αντανακλαστικά την ισορροπία του σώματος.

Όσφρηση και γεύση

Οι αισθήσεις της γεύσης και της όσφρησης μας δίνουν τη δυνατότητα να αντιληφθούμε και να διακρίνουμε την πληθώρα των χημικών μορίων που βρίσκονται στο περιβάλλον μας (αέρας, τροφή). Οι υποδοχείς της όσφρησης και της γεύσης είναι χημειοϋποδοχείς και διεγείρονται από χημικές ουσίες. Οι δύο αυτές αισθήσεις συνδέονται λειτουργικά και μας βοηθούν μαζί με την όραση στην επιλογή της τροφής.



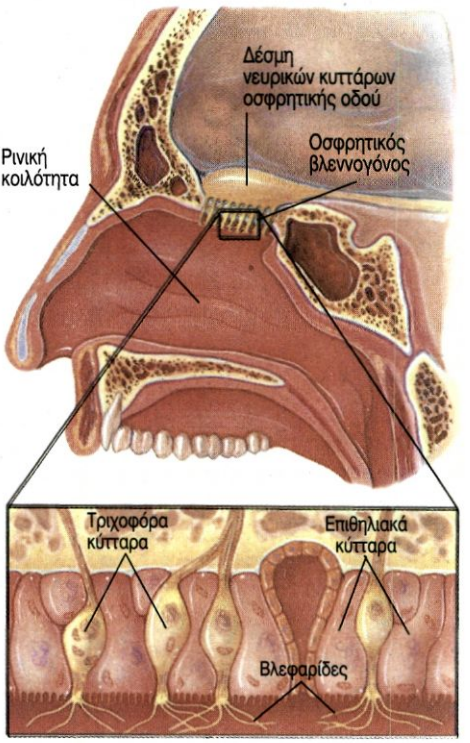
10.8 α. Ακουστική ακρολοφία
β. Δημιουργία νευρικής ώσης από τη μετατόπιση της λέμφου



εικ. 10.9 α. Ακουστική κηλίδα β. Μετατόπιση των ωτολίθων κατά την κάμψη του κεφαλιού

Το αισθητήριο της **όσφρησης** είναι ο **οσφρητικός βλεννογόνος,** που καλύπτει εσωτερικά το πάνω τμήμα της ρινικής κοιλότητας. Έχει επιφάνεια περίπου 5 cm^2 και αποτελείται από επιθηλιακά κύτταρα και υποδεκτικά τριχοφόρα κύτταρα, οι βλεφαρίδες των οποίων προεκβάλλουν στη ρινική κοιλότητα. Οι χημικές ουσίες που εισέρχονται στη ρινική κοιλότητα σε αέρια μορφή διαλύονται στα υγρά που περιβάλλουν τις βλεφαρίδες και έρχονται σε επαφή με αυτές, με αποτέλεσμα τη δημιουργία νευρικής ώσης. Οι νευρικές ώσεις μεταφέρονται, μέσω του **οσφρητικού νεύρου,** στο κέντρο της όσφρησης στη βάση του κροταφικού λοβού (εικ. 10.10).

Υπάρχουν ομάδες υποδοχέων που αναγνωρίζουν μία ή περισσότερες ουσίες και μας επιτρέπουν να αντιληφθούμε , με διαφορετική ευαισθησία, μεγάλη ποικιλία οσμηρών ουσιών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ύστερα από την επίδραση της συγκεκριμένης ουσίας, για ορισμένο χρόνο, η αίσθηση της όσφρησης μειώνεται η χάνεται (εξοικείωση υποδοχέα). Οι υποδοχείς της όσφρησης διατηρούν όμως την ικανότητά τους να ανιχνεύουν άλλες οσμηρές ουσίες.



εικ. 10.10 Χημειοϋποδοχείς στον οσφρητικό βλεννογόνο. Οσφρητικός βλεννογόνος.

Τα ειδικά όργανα της **γεύσης** είναι οι **γευστικοί κάλυκες**. Βρίσκονται κυρίως στις αναδιπλώσεις του βλεννογόνου της γλώσσας (γευστικές θηλές) και, σε μικρότερους αριθμούς, στον ουρανίσκο και στο φάρυγγα. Οι γευστικοί κάλυκες αποτελούνται από στηρικτικά και ειδικά υποδεκτικά τριχοφόρα κύτταρα (50-150 ανά κάλυκα) (εικ. 10.11δ).

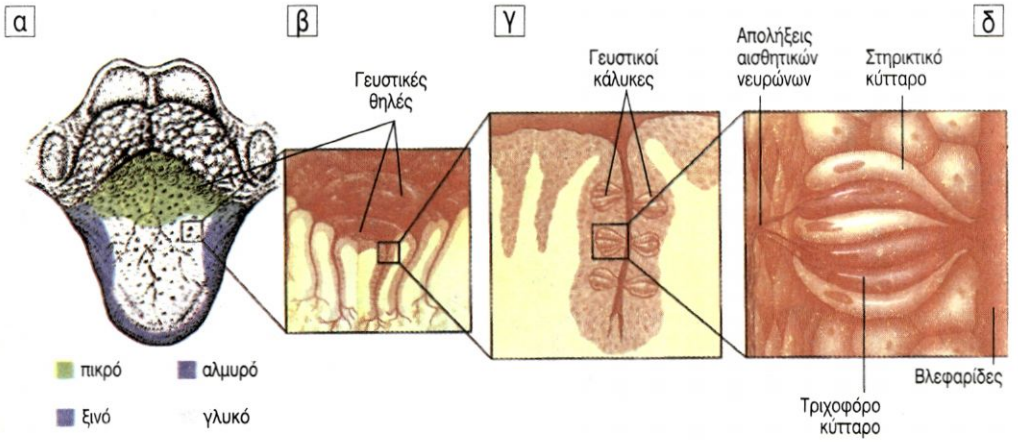
Οι χημικές ουσίες, για να ανιχνευτούν, πρέπει να διαλυθούν πρώτα στο σάλιο. Αυτό αιτιολογεί την αδυναμία μας να αντιληφθούμε τη γεύση ξηράς τροφής, όταν στη γλώσσα δεν υπάρχει σάλιο. Η επαφή των διαλυμένων χημικών ενώσεων με τις βλεφαρίδες των υποδεκτικών κυττάρων έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νευρικής ώσης, η οποία, μέσω της γευστικής οδού, μεταφέρεται αρχικά στο θάλαμο και καταλήγει στο κέντρο της γεύσης (βρεγματικός λοβός).

Πιστεύεται ότι υπάρχουν τέσσερις, τουλάχιστον, ομάδες υποδοχέων που είναι υπεύθυνες για την ανίχνευση των τεσσάρων βασικών γεύσεων: του γλυκού, του πικρού, του ξινού και του αλμυρού. Κύτταρα της καθεμίας από τις ομάδες των υποδοχέων βρίσκονται σε υψηλή συγκέντρωση σε συγκεκριμένες περιοχές της γλώσσας (εικ. 10.11α). Όπως και στην όσφρηση, η πολυπλοκότητα των γευστικών αισθημάτων είναι το αποτέλεσμα διέγερσης μιας ή περισσότερων ομάδων γευστικών υποδοχέων.

Οι υποδοχείς της γεύσης εξοικειώνονται ταχύτατα με τις χημικές ενώσεις που ανιχνεύουν. Η «απώλεια της γεύσης» μπορεί να αποφευχθεί, αν η τροφή μετακινείται σε όλη την επιφάνεια της γλώσσας, έτσι ώστε να διεγείρει διαφορετικούς, κάθε φορά, υποδοχείς.

Γνωρίζετε ότι:

Ο ανθρώπινος οργανισμός διαθέτει κατά τη γέννησή του περίπου 10.000 γευστικούς κάλυκες, ο αριθμός των οποίων μειώνεται αισθητά μετά την ηλικία των 50 ετών. Παρόμοια μείωση παρατηρείται και στον αριθμό των υποδοχέων της όσφρησης, οι οποίοι επιπλέον γίνονται λιγότερο ευαίσθητοι στις οσμές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα ηλικιωμένα άτομα να βρίσκουν τα φαγητά άγευστα και άοσμα.



εικ. 10.11 Γευστικές θηλές, γευστικοί κάλυκες

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι υποδοχείς είναι ειδικά διαμορφωμένα κύτταρα, που έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν τις μεταβολές του περιβάλλοντος. Βρίσκονται διάσπαρτοι κυρίως στο δέρμα ή σε ομάδες στα αισθητήρια όργανα.

Στο δέρμα και σε εσωτερικά όργανα, όπως οι τένοντες και οι μύες, βρίσκονται υποδοχείς για τις αισθήσεις του πόνου, της αφής της πίεσης και της θερμοκρασίας. Οι νευρικές ώσεις μεταφέρονται με τα αισθητικά νεύρα στο κέντρο των γενικών αισθήσεων (βρεγματικός λοβός), όπου και ερμηνεύονται.

Ο οφθαλμός είναι το αισθητήριο της όρασης. Ο κερατοειδής χιτώνας, το υδατοειδές υγρό, ο κρυσταλλοειδής φακός και το υαλώδες σώμα βοηθούν στην εστίαση των φωτεινών ακτίνων στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, που επενδύει το εσωτερικό του οφθαλμικού βολβού. Στον αμφιβληστροειδή βρίσκονται τα κωνία, που δίνουν τη δυνατότητα έγχρωμης όρασης κάτω από κανονικές συνθήκες επαρκούς φωτισμού, και τα ραβδία, που είναι υπεύθυνα για την ασπρόμαυρη όραση σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Οι νευρικές ώσεις που δημιουργούνται στα κωνία και στα ραβδία μετά την πρόσπτωση της φωτεινής ακτινοβολίας μεταφέρονται, μέσω της οπτικής οδού, στον ινιακό λοβό, όπου και γίνεται αντιληπτό το αντικείμενο.

Οι υποδοχείς για την αίσθηση της ακοής και της ισορροπίας βρίσκονται στο εσωτερικό αυτί. Τα ηχητικά κύματα μεταφέρονται από το εξωτερικό αυτί στο μέσο και στη συνέχεια στον κοχλία, όπου προκαλούν μετατοπίσεις της λέμφου. Τα τριχοφόρα κύτταρα του οργάνου του Corti ερεθίζονται από τις μετατοπίσεις της λέμφου. Οι νευρικές ώσεις που δημιουργούνται μεταφέρονται μέσω του κοχλιακού νεύρου στον κροταφικό λοβό, όπου και ερμηνεύονται.

Οι υποδοχείς της ισορροπίας (ακουστικές ακρολοφίες και ακουστικές κηλίδες) ερεθίζονται από κινήσεις της κεφαλής ή του σώματος. Οι νευρικές ώσεις μεταφέρονται μέσω του αιθουσαίου νεύρου στην παρεγκεφαλίδα.

Τα αισθητήρια της γεύσης (γευστικοί κάλυκες) και της όσφρησης (οσφρητικός βλεννογόνος) περιέχουν κύτταρα που μπορούν να ανιχνεύσουν χημικές ενώσεις. Οι δύο αυτές αισθήσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή της τροφής.

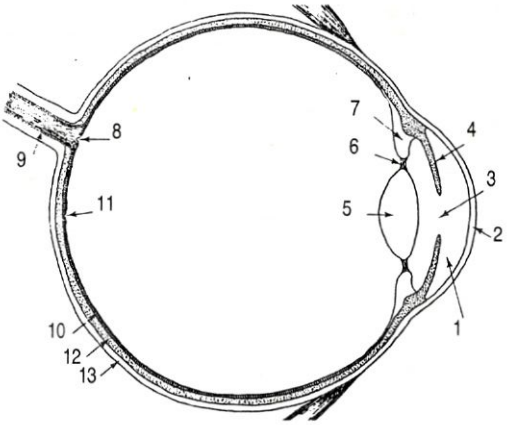
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να τοποθετήσετε στη σωστή σειρά τα τμήματα του οφθαλμού από τα οποία διέρχεται το φως πριν φτάσει στον αμφιβληστροειδή.
   Κρυσταλλοειδής φακός, κερατοειδής, υαλώδες σώμα, υδατοειδές υγρό.

2. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα

	Φωτοευαίσθητη Χρωστική	**Ένταση φωτός για τη διέγερσή τους**	**Όραση: Έγχρωμη / ασπρόμαυρη**	**Περιοχή του αμφιβληστροειδή στην οποία εντοπίζονται**
Ραβδία				
Κωνία				

3. Να αναγνωρίσετε και να κατονομάσετε τα τμήματα (1 -13) του οφθαλμικού βολβού στο σχήμα.



4. Ποιος είναι ο ρόλος του τυμπανικού υμένα, της στρογγυλής και της ωοειδούς θυρίδας;

5. Να περιγράψετε το όργανο του Corti

6. Ποια είναι τα υποδεκτικά κύτταρα για τις αισθήσεις της γεύσης και της όσφρησης;

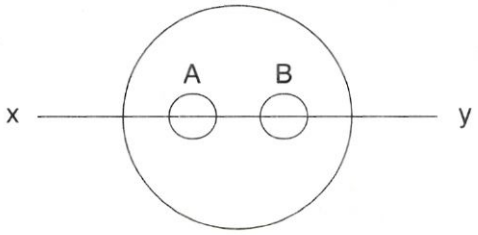
7. Το πρόσθιο τμήμα του οφθαλμικού βολβού ονομάζεται:
   α. Κερατοειδής
   β. Ίρις
   γ. Αμφιβληστροειδής
   δ. Σκληρός

8. Ποιοι από τους υποδοχείς που βρίσκονται στα αισθητήρια όργανα των ειδικών αισθήσεων ανήκουν στην κατηγορία των μηχανοϋποδοχέων και ποιοι στους χημειοϋποδοχείς;

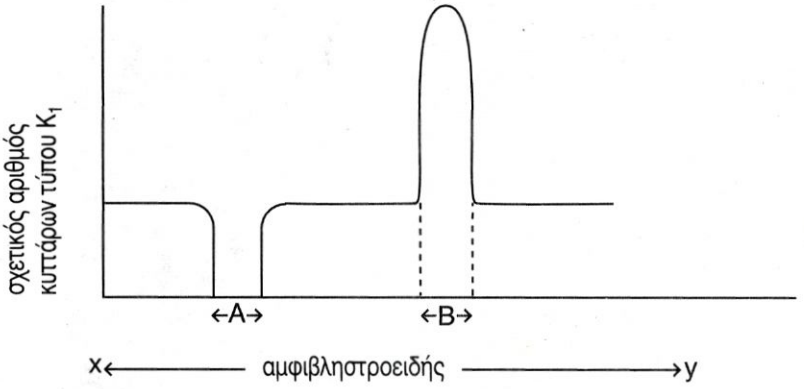
9. Ποιος είναι ο ρόλος της κυψελίδας, της ευσταχιανής σάλπιγγας και των ακουστικών οσταρίων;

10. Ο Κυριάκος και ο Σάκης βρίσκονται στις εξέδρες του Ολυμπιακού Σταδίου και παρακολουθούν ποδοσφαιρικό αγώνα. Για να διαπιστώσουν ποιο είναι το όνομα ποδοσφαιριστή της αντίπαλης ομάδας, ξεφυλλίζουν το πρόγραμμα του αγώνα. Ποιες μεταβολές πραγματοποιούνται στον οφθαλμικό βολβό, για να εστιάσουν στο κείμενο του προγράμματος;

11. Υπάρχουν δύο τύποι φωτοευαίσθητων κυττάρων στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του οφθαλμού, τα K_1 και τα K_2 Έγινε μία έρευνα που αφορούσε την κατανομή αυτών των κυττάρων κατά μήκος του οριζοντίου άξονα xy του αμφιβληστροειδούς (σχήμα).



Τα αποτελέσματα φαίνονται στην παρακάτω γραφική παράσταση, η οποία απεικονίζει την κατανομή των κυττάρων K_1 κατά μήκος του άξονα xy.



α. Ονομάστε:
- Τα κύτταρα K_1
- Τα κύτταρα K_2
- Την περιοχή Α του αμφιβληστροειδούς
- Την περιοχή Β του αμφιβληστροειδούς.

β. Κατασκευάστε μία γραφική παράσταση παρόμοια με την παραπάνω, στην οποία να απεικονίσετε τη σχετική συχνότητα των κυττάρων K_2 κατά μήκος του άξονα xy.

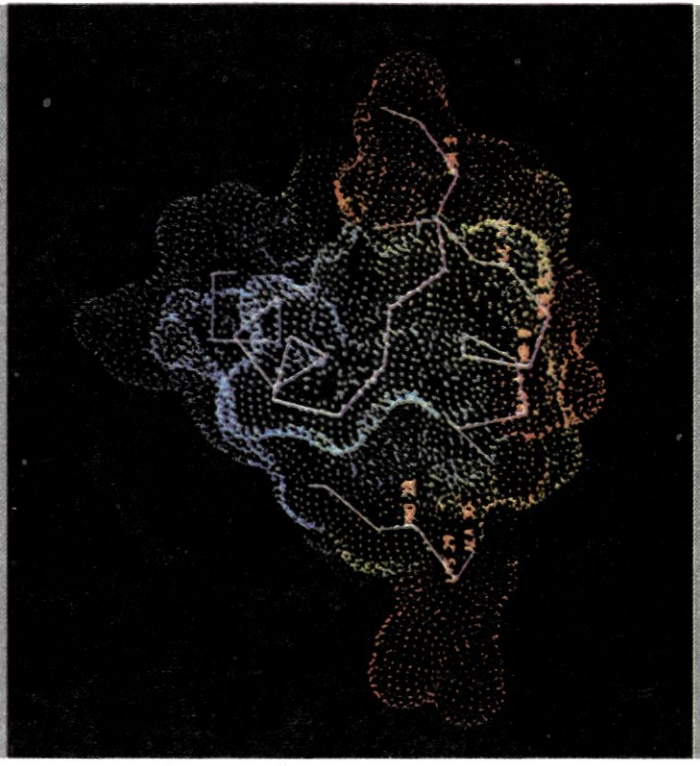
12. Για να προστατεύσουμε την όρασή μας από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία συχνά χρησιμοποιούμε γυαλιά ηλίου. Σχεδιάστε το πρόσθιο τμήμα του οφθαλμού (ίριδα, κόρη), όπως φαίνεται σε ένα άτομο το οποίο δε φορά γυαλιά ηλίου και σε ένα άτομο το οποίο φορά γυαλιά ηλίου.
Δυστυχώς στην αγορά κυκλοφορούν και κακής ποιότητας γυαλιά ηλίου τα οποία ενώ φαίνονται μαύρα, δεν απορροφούν την επικίνδυνη υπεριώδη ακτινοβολία. Αιτιολογήστε γιατί το να φοράς κακής ποιότητας γυαλιά ηλίου είναι πιο επικίνδυνο από το να μη τα φοράς καθόλου.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Να αναφέρετε τις πιθανές επιπτώσεις στην ακοή από την παραμονή σε χώρους με υπερβολική ένταση ήχου (κέντρα διασκέδασης, χώροι συναυλιών κ.ά.). Να βρείτε με ποιους τρόπους προστατεύονται οι εργαζόμενοι σε χώρους εργασίας με υψηλή ένταση ήχου. Να ερευνήσετε αν έχουν θεσμοθετηθεί ανώτατα επιτρεπτά όρια θορύβου, στους χώρους διασκέδασης και εργασίας. Να παρουσιάσετε την εργασία σας στην τάξη.

2. Συχνά, σε φωτογραφίες για τη λήψη των οποίων χρησιμοποιήθηκε «φλας» τα μάτια έχουν κόκκινο χρώμα. Πού κατά τη γνώμη σας οφείλεται αυτό; Να αναφέρετε τους τρόπους με τους οποίους οι σύγχρονες φωτογραφικές μηχανές μειώνουν το φαινόμενο των κόκκινων ματιών.

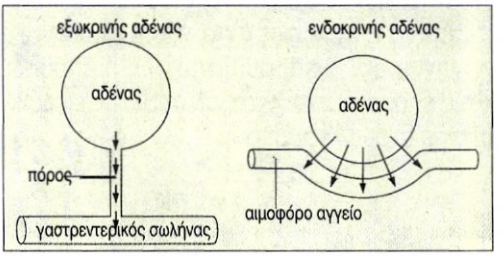
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11



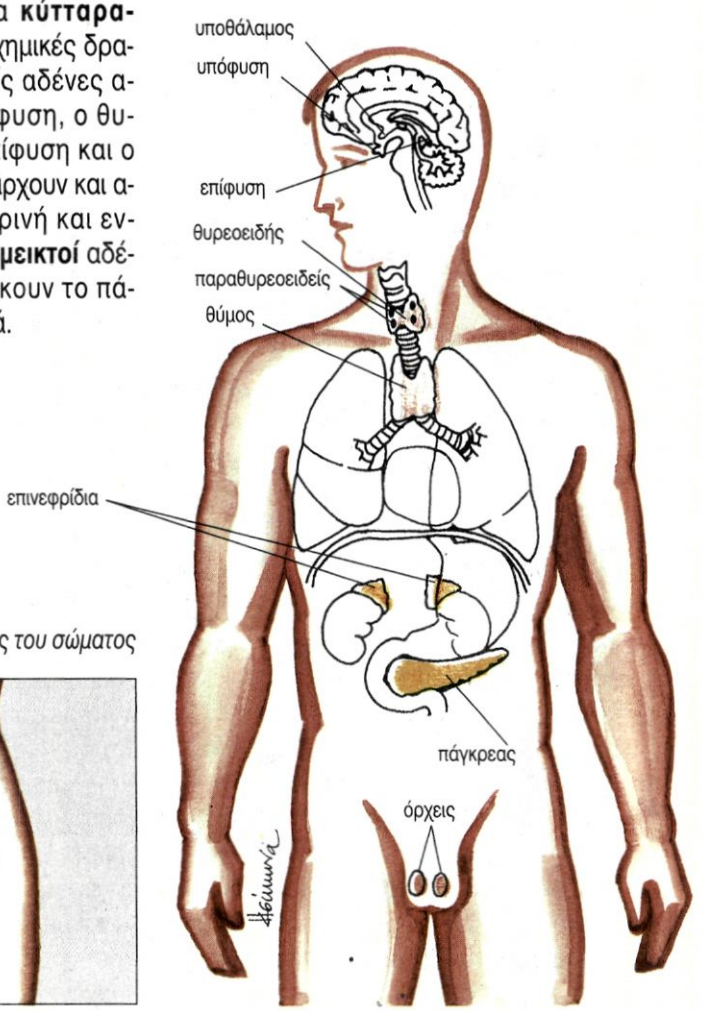
Μόριο ινσουλίνης (απεικόνιση σε Η/Υ)

11. ΕΝΔΟΚΡΙΝΕΙΣ ΑΔΕΝΕΣ

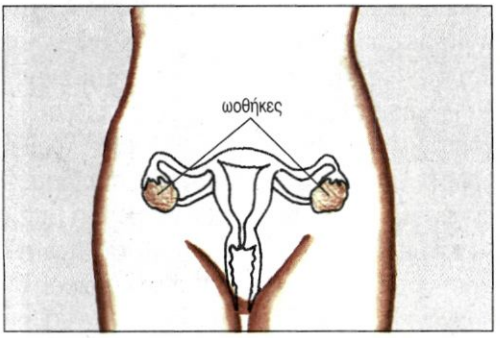
Στον ανθρώπινο οργανισμό υπάρχουν δύο είδη αδένων, οι **εξωκρινείς** και οι **ενδοκρινείς**. Οι εξωκρινείς (ιδρωτοποιοί αδένες, σμηγματογόνοι αδένες κ.ά.) εκκρίνουν το προϊόν τους στην επιφάνεια του σώματος ή σε κοιλότητές του, ενώ οι ενδοκρινείς εκκρίνουν τις **ορμόνες**, οι οποίες εισέρχονται, μέσω των τριχοειδών, στην κυκλοφορία του αίματος (εικ.11.1). Οι ορμόνες είναι **χημικές ουσίες- μηνύματα**, που αν και φτάνουν σε όλα τα κύτταρα του οργανισμού, διεγείρουν ορισμένα μόνο από αυτά, τα **κύτταρα-στόχους,** σε εξειδικευμένες βιοχημικές δραστηριότητες. Στους ενδοκρινείς αδένες ανήκουν ο υποθάλαμος, η υπόφυση, ο θυρεοειδής, τα επινεφρίδια, η επίφυση και ο θύμος αδένας κ.ά. (εικ.11.2). Υπάρχουν και αδένες με διπλή δράση, –εξωκρινή και ενδοκρινή– οι οποίοι ονομάζονται **μεικτοί** αδένες· στην κατηγορία αυτή ανήκουν το πάγκρεας, οι όρχεις, οι ωοθήκες κ.ά.



εικ. 11.1 Τα δύο είδη αδένων του σώματος μας (α) εξωκρινής αδένας (β) ενδοκρινής αδένας



εικ. 11.2 Ενδοκρινείς και μεικτοί αδένες του σώματος



ΟΡΜΟΝΕΣ

Οι ορμόνες μαζί με το νευρικό σύστημα ρυθμίζουν τη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Η παρουσία τους ή η απουσία τους επηρεάζει το μεταβολισμό, την εμφάνιση του ατόμου και τη συμπεριφορά. Το νευρικό σύστημα είναι υπεύθυνο για τη γρήγορη ρύθμιση, ενώ οι ενδοκρινείς αδένες για τη ρύθμιση αλλαγών που απαιτούν περισσότερο χρόνο. Οι κυριότερες ομάδες ορμονών φαίνονται στον πίνακα 11.1

Πίνακας 11.1: Κυριότερες ομάδες ορμονών

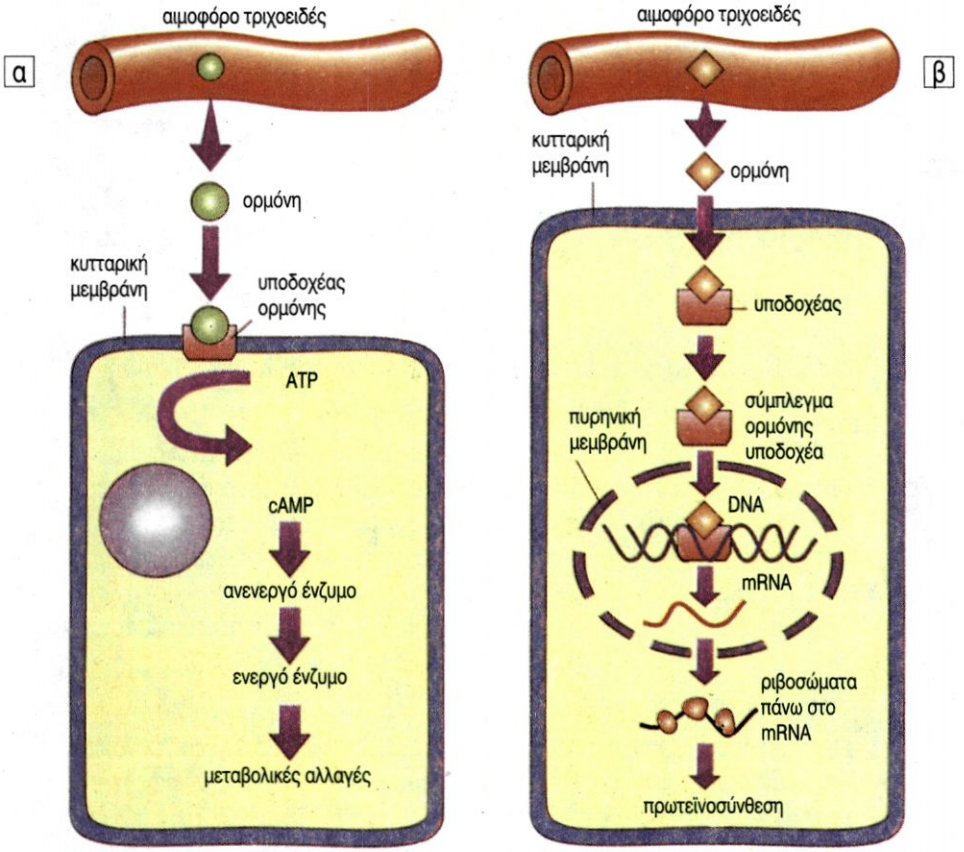
Ομάδα	Ορμόνες	Τόπος παραγωγής
Αμίνες	Θυροξίνη Αδρεναλίνη Νοραδρεναλίνη	Θυρεοειδής αδένας Επινεφρίδα Επινεφρίδια
Πρωτεΐνες-πεπτίδια	Ωκυτοκίνη Ινσουλίνη	Υποθάλαμος Πάγκρεας
Στεροειδείς	Αλδοστερόνη Οιστρογόνα Τεστοστερόνη	Επινεφρίδια Ωοθήκες Όρχεις

Τρόποι δράσης των ορμονών

Οι ορμόνες, ανάλογα με τον τρόπο δράσης τους, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τις πεπτιδικές και τις στεροειδείς.

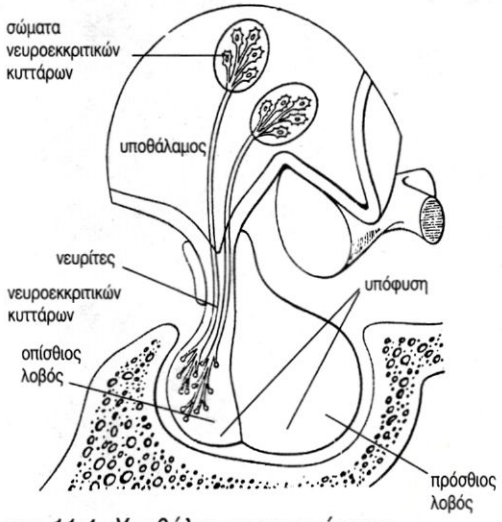
Οι **πεπτιδικές** ορμόνες δεν εισέρχονται ποτέ στο κύτταρο, αλλά προσδένονται σε υποδοχείς της κυτταρικής μεμβράνης. Στην συνέχεια, το σύμπλεγμα ορμόνη-υποδοχέας ενεργοποιεί τα ένζυμα του κυττάρου, προκειμένου να διεξαχθούν οι λειτουργίες του. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι αμίνες, οι πρωτεΐνες και τα πεπτίδια (εικ.11.3α).

Οι **στεροειδείς** ορμόνες εισέρχονται ελεύθερα μέσα στο κύτταρο, διότι είναι εξαιρετικά μικρά λιποδιαλυτά μόρια. Στο κυτταρόπλασμα προσδένονται σε ειδικούς υποδοχείς και το σύμπλεγμα ορμόνης-υποδοχέα εισέρχεται στον πυρήνα. Εκεί ενεργοποιεί συγκεκριμένα γονίδια και ακολουθεί πρωτεϊνοσύνθεση. Οι ορμόνες αυτές δρουν πιο αργά από τις προηγούμενες, διότι απαιτείται περισσότερος χρόνος για την πρωτεϊνοσύνθεση απ' ό,τι για την ενεργοποίηση υπαρχόντων ενζύμων στο κύτταρο (εικ.11.3β).



εικ. 11.3 Τρόποι δράσης των ορμονών α. πεπτιδικές β. στεροειδείς

ΑΔΕΝΕΣ



εικ. 11.4 Υποθάλαμος και υπόφυση

Υποθάλαμος και υπόφυση

Ο **υποθάλαμος** βρίσκεται στο στέλεχος του εγκεφάλου και ρυθμίζει το εσωτερικό περιβάλλον του οργανισμού. Ρυθμίζει τη θερμοκρασία του σώματος, το ισοζύγιο του νερού, καθώς και τη λειτουργία της υπόφυσης.

Η **υπόφυση** θεωρείται ως ο σημαντικότερος αδένας του οργανισμού, διότι ελέγχει τη δράση όλων των άλλων περιφερικών αδένων. Βρίσκεται κάτω από τον υποθάλαμο. Η υπόφυση χωρίζεται σε δύο λοβούς, τον **πρόσθιο** (αδενοϋπόφυση) και τον **οπίσθιο** (νευροϋπόφυση) (11.4).

Αδενοϋπόφυση

Η λειτουργία της αδενοϋπόφυσης ελέγχεται από τις ρυθμιστικές ορμόνες του υποθάλαμου, είναι δε πολύ σημαντική, δεδομένου ότι οι ορμόνες της ρυθμίζουν όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων του οργανισμού από την ανάπτυξη μέχρι την αναπαραγωγή και είναι οι εξής:

Αυξητική ορμόνη: *Η ορμόνη αυτή επηρεάζει γενικά την ανάπτυξη του οργανισμού συμμετέχοντας σε πολλές μεταβολικές λειτουργίες. Το ερειστικό και το μυϊκό σύστημα επηρεάζονται περισσότερο και μάλιστα κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας. Όταν η ανάπτυξη ολοκληρωθεί, η αυξητική ορμόνη συνεχίζει να επιδρά, για να διατηρείται το μέγεθος του οργανισμού. Επηρεάζει επίσης το μεταβολισμό των λιπών και της γλυκόζης και επιταχύνει τη μεταφορά αμινοξέων στα κύτταρα, αυξάνοντας έτσι τον ρυθμό της πρωτεϊνοσύνθεσης.*

Προλακτίνη: *Η ορμόνη αυτή σε συνεργασία με άλλες ορμόνες ενεργοποιεί τη διαδικασία παραγωγής γάλακτος από τους γαλακτοφόρους αδένες των μαστών αμέσως μετά τον τοκετό.*

Θυλακιοτρόπος: *Διεγείρει την έκκριση οιστρογόνων και προγεστερόνης από τις ωοθήκες και ρυθμίζει την ωρίμανση των ωαρίων κάθε μήνα. Διεγείρει επίσης την έκκριση τεστοστερόνης από τους όρχεις.*

Ωχρινοτρόπος: *Η ορμόνη αυτή, μαζί με τη θυλακιοτρόπο, συμμετέχει στην ωοθυλακιορρηξία, στο σχηματισμό του ωχρού σωματίου, και στην παραγωγή και έκκριση οιστρογόνων και προγεστερόνης. Ελέγχει επίσης την παραγωγή και έκκριση τεστοστερόνης από τους όρχεις.*

Θυρεοειδοτρόπος: *Διεγείρει την έκκριση της θυροξίνης από το θυρεοειδή αδένα.*

Φλοιοτρόπος: *Ρυθμίζει την ανάπτυξη του φλοιού των επινεφριδίων και την έκκριση των ορμονών του.*

Μελανοτροπίνη: *Ρυθμίζει τη συγκέντρωση της μελανίνης στα χρωματοφόρα κύτταρα*

Νευροϋπόφυση

Η νευροϋπόφυση δεν είναι ενδοκρινής αδένας με τη στενή έννοια του όρου διότι δεν παράγει, αλλά αποθηκεύει ορμόνες. Περιέχει τα άκρα των νευριτών, από τα νευροεκκριτικά κύτταρα, που τα κυτταρικά τους σώματα βρίσκονται στον υποθάλαμο. Τα κύτταρα αυτά παράγουν δύο ορμόνες την ***ωκυτοκίνη*** *και την* ***αντιδιουρητική ορμόνη****, οι οποίες μεταφέρονται μέσω των νευριτών στη νευροϋπόφυση για αποθήκευση.*

Ωκυτοκίνη: *Είναι υπεύθυνη για τις ωδίνες του τοκετού και απελευθερώνεται λίγο πριν από τη γέννηση του παιδιού, με σκοπό να διευκολύνει την έξοδό του από την μήτρα. Επηρεάζει επίσης και την έκκριση του γάλακτος από το μαστό, που αρχίζει αμέσως μετά τη γέννηση του παιδιού.*

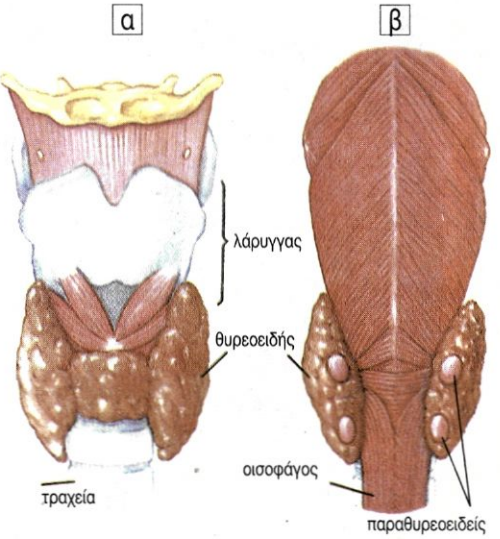
Αντιδιουρητική ορμόνη: *Η ορμόνη αυτή ρυθμίζει την ποσότητα των ούρων. Αυξημένη ωσμωτική πίεση των υγρών του σώματος προκαλεί έκκριση της ορμόνης αυτής με αποτέλεσμα την αυξημένη κατακράτηση νερού από τα ούρα. Με την απουσία της αντιδιουρητικής ορμόνης η ποσότητα των ούρων μπορεί να αυξηθεί έως και 10 φορές.*

Θυρεοειδής

Ο **θυρεοειδής** αδένας είναι δίλοβος, βρίσκεται κάτω από το λάρυγγα και μπροστά στην τραχεία και παράγει τις ορμόνες **θυροξίνη** και **καλσιτονίνη** (εικ.11.5α). Οι ορμόνες αυτές ρυθμίζουν το μεταβολισμό, την ανάπτυξη του οργανισμού και τη δράση του νευρικού συστήματος. Στην παιδική ηλικία η καλσιτονίνη, επηρεάζει τα επίπεδα ασβεστίου και φωσφόρου στο αίμα και την ανάπτυξη του σκελετού.

Παραθυρεοειδείς αδένες

Οι παραθυρεοειδείς αδένες βρίσκονται στην πίσω επιφάνεια του θυρεοειδούς, είναι τέσσερις, δύο σε κάθε λοβό του θυρεοειδούς και εκκρίνουν την **παραθορμόνη** (εικ.11.5β). Η ορμόνη αυτή ελέγχει την ποσότητα ασβεστίου και φωσφορικών ιόντων στο αίμα.



εικ. 11.5 (α) Θυρεοειδής αδένας
(β) παραθυρεοειδείς αδένες

Επινεφρίδια

Τα **επινεφρίδια** είναι δύο, ένα πάνω από κάθε νεφρό (εικ.11.2). Από την εξωτερική περιοχή τους εκκρίνονται οι ορμόνες **αλδοστερόνη** και **κορτιζόλη.** Η αλδοστερόνη ρυθμίζει την ομοιόσταση νερού, νατρίου (Na^+) και καλίου (K^+). Η κορτιζόλη έχει αντιφλεγμονώδη δράση, επηρεάζει το μεταβολισμό και συμμετέχει σε διαδικασίες αντιμετώπισης καταστάσεων συναισθηματικής φόρτισης.

Από την εσωτερική περιοχή των επινεφριδίων εκκρίνονται ορμόνες, οι σπουδαιότερες των οποίων είναι η **αδρεναλίνη** και η **νοραδρεναλίνη**. Οι ορμόνες αυτές συμμετέχουν στην αντιμετώπιση καταστάσεων έντονης συναισθηματικής φόρτισης και ενεργοποιούν τον οργανισμό (αύξηση καρδιακού και μεταβολικού ρυθμού, του ρυθμού της αναπνοής και της αρτηριακής πίεσης) .

Πάγκρεας

Το **πάγκρεας** είναι ένας μεικτός αδένας με εξωκρινή και ενδοκρινή δράση. Η εξωκρινής δράση του εξετάζεται στο πεπτικό σύστημα. Η ενδοκρινής δράση του, που μας ενδιαφέρει στο σημείο αυτό, αφορά την έκκριση δύο πολύ σημαντικών ορμονών, της **ινσουλίνης** και της **γλυκαγόνης.**

Η ενδοκρινής μοίρα του παγκρέατος αποτελείται από κύτταρα που σχηματίζουν ομάδες, γνωστές ως νησίδια του Langerhans, με τρία είδη κυττάρων: Τα Α, Β και τα Δ. Τα Α εκκρίνουν την γλυκαγόνη, τα Β την ινσουλίνη και τα Δ μία ορμόνη που αναστέλλει την έκκριση των δύο προηγούμενων. Η ινσουλίνη και η γλυκαγόνη ρυθμίζουν τη συγκέντρωση γλυκόζης στο αίμα, όπως έχει ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο της ομοιόστασης.

Επίφυση

Ο αδένας αυτός βρίσκεται δίπλα στο θάλαμο του εγκεφάλου, και ενώ είναι γνωστή η ανατομία του, λίγα γνωρίζουμε για την φυσιολογία του. Η **μελατονίνη** είναι μία ορμόνη που εκκρίνεται από την επίφυση και που πιθανόν να αναστέλλει την έκκριση των ορμονών που ρυθμίζουν τις αναπαραγωγικές διαδικασίες. Η μελατονίνη παράγεται στο σκοτάδι, ενώ κατά τη διάρκεια της ημέρας μειώνεται η παραγωγή της.

Θύμος

Ο αδένας αυτός έχει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στον ανοσοποιητικό μηχανισμό του ανθρώπου, διότι σ' αυτόν συντελείται η ωρίμανση των Τ- λεμφοκυττάρων.

Οι **όρχεις** και οι **ωοθήκες,** που είναι μεικτοί αδένες, περιγράφονται στο κεφάλαιο της αναπαραγωγής.

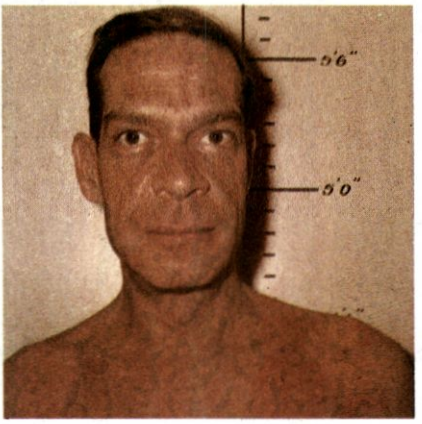
Διαταραχές στη λειτουργία των ενδοκρινών αδένων

Οι διαταραχές αυτές σχετίζονται με την υπερλειτουργία ή την υπολειτουργία των ενδοκρινών αδένων.

Υπόφυση: *Υπερέκκριση της αυξητικής ορμόνης κατά την περίοδο της ανάπτυξης προκαλεί το* **γιγαντισμό**, *με υπερβολική αύξηση των μακριών οστών (α). Εάν αυτό συμβεί κατά τη διάρκεια της ενηλικίωσης, τα οστά δεν έχουν πλέον την δυνατότητα αύξησης σε μήκος και αυξάνουν το πάχος τους· και το φαινόμενο αυτό ονομάζεται* **ακρομεγαλία** *(β).*

Όταν τα επίπεδα της αυξητικής ορμόνης είναι χαμηλά κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, αυτή δεν ολοκληρώνεται και έχουμε το **νανισμό**.

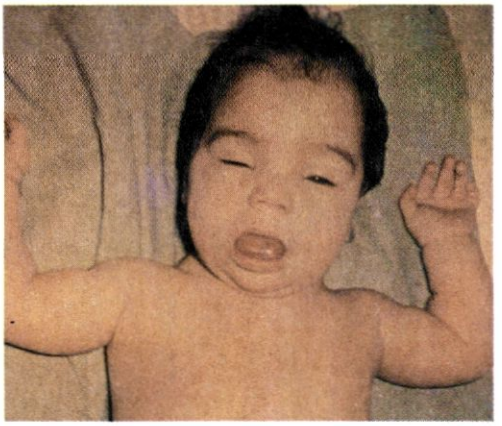
(α)



(β)

Θυρεοειδής: *Η υπερλειτουργία του αδένα έχει ως αποτέλεσμα διόγκωση του αδένα, προβολή προς τα έξω των οφθαλμικών βολβών, αυξημένο μεταβολικό ρυθμό και απώλεια βάρους. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται* ***εξώφθαλμος βρογχοκοίλη*** *(α) και εμφανίζεται με μεγαλύτερη συχνότητα στις γυναίκες.*
Η υπολειτουργία του αδένα συνεπάγεται μειωμένη παραγωγή θυροξίνης, που όταν εμφανίζεται κατά τη νεαρή ηλικία προκαλεί ***κρετινισμό*** *(β), ενώ όταν εμφανίζεται κατά την ενηλικίωση το* ***μυξοίδημα*** *(γ). Ο κρετινισμός χαρακτηρίζεται από νανισμό και πνευματική καθυστέρηση το δε μυξοίδημα από διόγκωση των ιστών του προσώπου, αύξηση βάρους, αδυναμία και νωθρότητα.*

(α)



(β)

(γ)

Παραθυρεοειδείς αδένες: *Υπερέκκριση της παραθορμόνης προκαλεί εξασθένηση των οστών.*
Η υπολειτουργία των αδένων αυτών συνεπάγεται μειωμένη παραγωγή παραθορμόνης, με αποτέλεσμα ανεπάρκεια ασβεστίου στον οργανισμό, αύξηση των νευρικών ώσεων και σπασμούς στους μυς. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται ***τετανία****.*

Επινεφρίδια: *Υπερέκκριση της αλδοστερόνης συνεπάγεται αύξηση του όγκου του αίματος, που μπορεί να οδηγήσει σε υπέρταση.*
Υπερέκκριση της κορτιζόλης προκαλεί συχνά μία ανακατανομή του λίπους στον οργανισμό, που έχει ως αποτέλεσμα διάφορες δυσμορφίες. Μειωμένη έκκρισή της προκαλεί υπόταση, αρρυθμία και υπογλυκαιμία.

Πάγκρεας: *Μία ομάδα κληρονομικών νοσημάτων με την κοινή ονομασία* ***σακχαρώδης διαβήτης*** *είναι αποτέλεσμα της δυσλειτουργίας του παγκρέατος. Τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα αυξάνονται και ο οργανισμός δεν έχει την ικανότητα για επαναρρόφηση νερού. Ο διαβητικός έχει συχνοουρία και αισθάνεται δίψα και πείνα.*
Οι σημαντικότεροι τύποι σακχαρώδους διαβήτη είναι δύο: Ο τύπος Ι και ο τύπος ΙΙ. Στο ***διαβήτη τύπου Ι*** *τα κύτταρα Β του παγκρέατος δεν παράγουν ινσουλίνη. Ο τύπος αυτός του διαβήτη ονομάζεται και νεανικός διαβήτης, διότι προσβάλλει άτομα κάτω των 20 ετών. Αντιμετωπίζεται με περιοδική χορήγηση ινσουλίνης. Τα άτομα που πάσχουν οφείλουν την ευαισθησία τους σε κάποια γονίδια, τα οποία συνήθως ενεργοποιούνται τυχαία μετά από κάποια ίωση.*
Ο ***διαβήτης τύπου ΙΙ*** *είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος διαβήτη και αντιπροσωπεύει το 90% των περιπτώσεων. Εμφανίζεται συνήθως σε άτομα άνω των 40 ετών, στην πλειονότητά τους παχύσαρκα. Έχει ήπια συμπτώματα που συνήθως αντιμετωπίζονται με ειδική δίαιτα και σε ορισμένες περιπτώσεις με αντιδιαβητικά φάρμακα. Στον τύπο αυτό του διαβήτη το πάγκρεας παράγει ινσουλίνη, αλλά αυτή δεν αναγνωρίζεται από τους υποδοχείς των κυττάρων – στόχων (ηπατοκύτταρα).*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι ενδοκρινείς αδένες σε συνεργασία με το νευρικό σύστημα συντονίζουν τη λειτουργία του οργανισμού. Εκκρίνουν τις ορμόνες, χημικές ουσίες- μηνύματα, οι οποίες με την κυκλοφορία του αίματος φτάνουν σε όλα τα κύτταρα του σώματος, διεγείρουν όμως ορισμένα από αυτά, τα κύτταρα- στόχους.

Η υπόφυση θεωρείται ο σημαντικότερος αδένας, διότι ελέγχει τη δράση όλων των άλλων περιφερικών αδένων.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι είναι οι ορμόνες και πώς δρουν;

2. Πώς ταξινομούνται οι ορμόνες ανάλογα με τον τρόπο δράσης τους;

3. Το νευρικό σύστημα και το σύστημα των ενδοκρινών αδένων εξυπηρετούν τη μεταβίβαση μηνυμάτων από ένα σημείο του σώματος σε άλλο. Να αναφέρετε τρεις διαφορές μεταξύ των δύο αυτών συστημάτων.

4. Οι ενδοκρινείς αδένες περιέχουν μεγάλο αριθμό τριχοειδών. Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

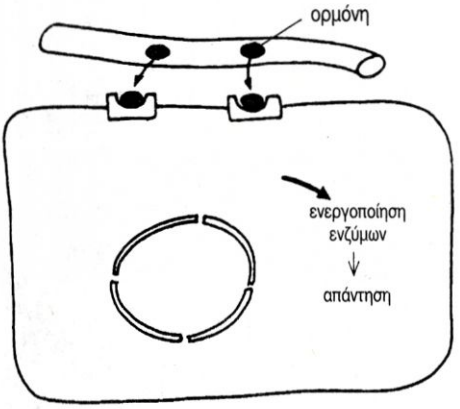
5. Το πάγκρεας είναι ένας μεικτός αδένας, ο οποίος εκκρίνει ινσουλίνη και παγκρεατικό υγρό.
   (α) Ποιο τμήμα του λειτουργεί ως ενδοκρινής αδένας;
   (β) Τι είναι η ινσουλίνη και ποια είναι η δράση της;
   (γ) Η δράση της ινσουλίνης είναι βραδεία ή ταχεία;

6. Αφού μελετήσετε τον πίνακα που ακολουθεί, να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις: Ποια ορμόνη
   α. κάνει έναν άνθρωπο πιο δραστήριο;
   β. προκαλεί ένα αίσθημα απογοήτευσης και αδιαθεσία στο στομάχι (στρες);
   γ. προκαλεί την παραγωγή σπερματοζωαρίων στα αρσενικά άτομα;
   δ. παράγεται από έναν αδένα που βρίσκεται στο λαιμό;
   ε. προάγει την ανάπτυξη;

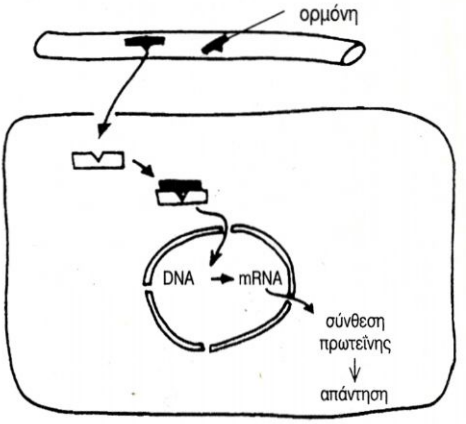
Πίνακας: Οι σημαντικότεροι αδένες του σώματος και οι ορμόνες που εκκρίνουν

Αδένας	**Ορμόνη**	**Δράση**
Θυρεοειδής	Θυροξίνη	Ρυθμίζει το μεταβολικό ρυθμό
Επινεφρίδια	Αδρεναλίνη	Προετοιμάζει τον οργανισμό για δράση και για την αντιμετώπιση του στρες
Πάγκρεας	Ινσουλίνη	Ρυθμίζει τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα
Ωοθήκες	Οιστρογόνα Προγεστερόνη	Ρυθμίζουν την ανάπτυξη του αναπαραγωγικού συστήματος και συμβάλλουν στην εμφάνιση των δευτερευόντων χαρακτηριστικών του φύλου
Όρχεις	Τεστοστερόνη	
Υπόφυση	Αυξητική ορμόνη	Προάγει την ανάπτυξη

7. Αφού μελετήσετε τα παρακάτω σχήματα, να συμπληρώσετε τον πίνακα.



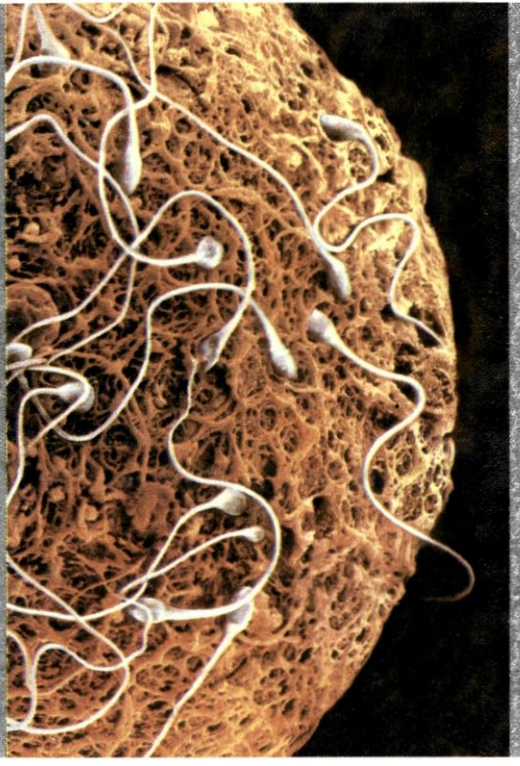
Τρόπος δράσης πεπτιδικής ορμόνης



Τρόπος δράσης στεροειδούς ορμόνης

	Πεπτιδική ορμόνη	**Στεροειδής ορμόνη**
Πού εντοπίζεται ο ορμονικός υποδοχέας;		
Πώς δρα το σύμπλοκο ορμόνη - υποδοχέας;		
Ποια είναι η ταχύτητα δράσης τους;		

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12



Σπερματοζωάρια πολιορκούν ωάριο (Φωτογραφία από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης).

12. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΝΑΠΤΥΞΗ

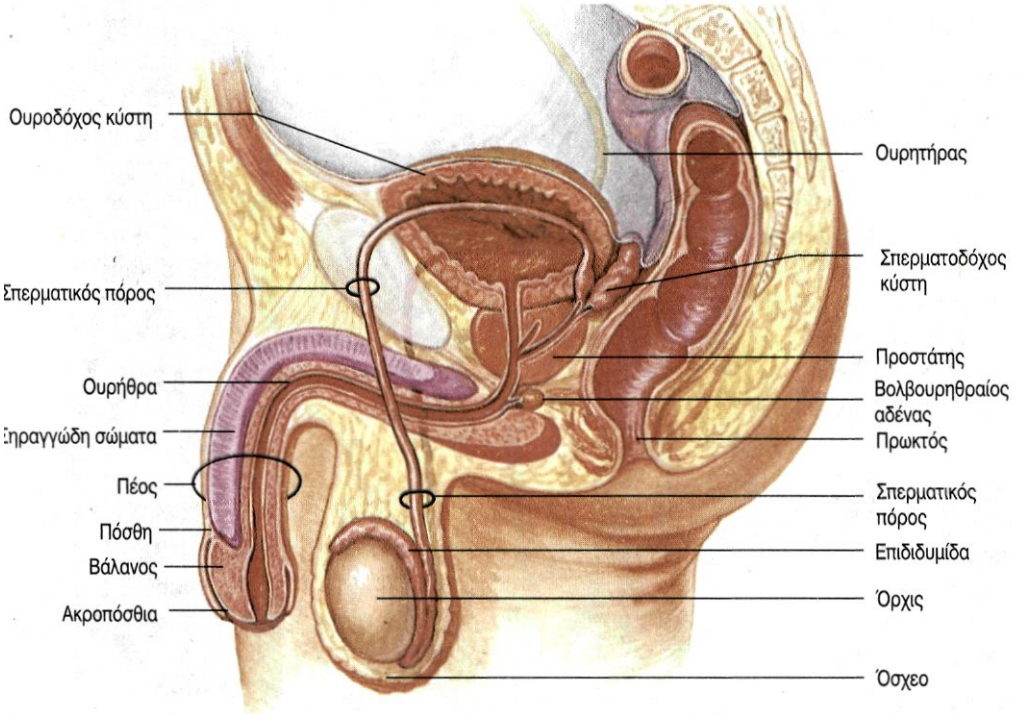
Η αναπαραγωγή είναι μία χαρακτηριστική λειτουργία, η μόνη που δεν είναι απαραίτητη για την επιβίωση του ίδιου του οργανισμού αλλά για τη διαιώνιση του είδους. Η αναπαραγωγή στον άνθρωπο προϋποθέτει την ύπαρξη δύο φύλων. Το αναπαραγωγικό σύστημα κάθε φύλου έχει ιδιαίτερα ανατομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

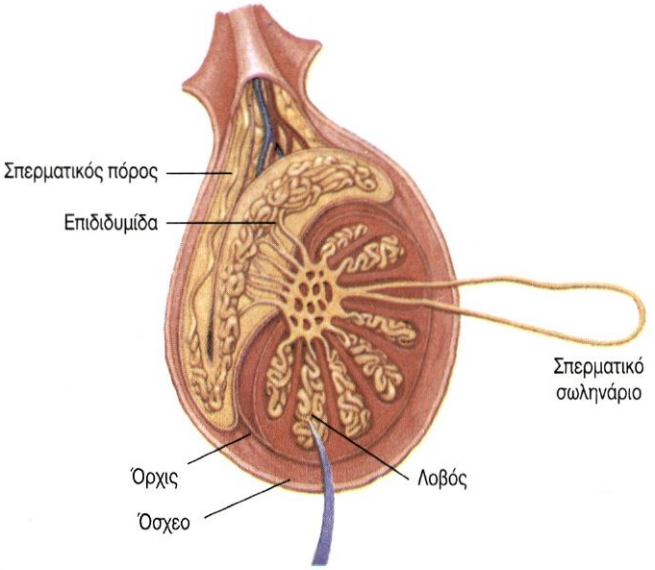
Το αναπαραγωγικό σύστημα του άντρα

Το αναπαραγωγικό σύστημα του άντρα αποτελείται από τους δύο όρχεις, την εκφορητική οδό του σπέρματος και από το πέος. (εικ. 12.1)

Οι **όρχεις** αρχίζουν την ανάπτυξή τους μέσα στην κοιλιακή κοιλότητα, κατά την εμβρυϊκή ζωή. Τους δύο τελευταίους μήνες πριν από τον τοκετό κατεβαίνουν και εγκαθίστανται στο όσχεο. Η θερμοκρασία (34°C) στην περιοχή αυτή είναι η ιδανική για τη σπερματογένεση, δηλαδή την παραγωγή σπερματοζωαρίων, που θα αρχίσει κατά την εφηβεία.



εικ. 12.1 Το αναπαραγωγικό σύστημα του άντρα



εικ. 12.2 Εγκάρσια τομή όρχεως

Κάθε όρχις εσωτερικά χωρίζεται σε λοβούς, ο καθένας από τους οποίους περιέχει 1-3 περιελιγμένα σπερματικά σωληνάρια. Από την εφηβεία και μετά, από τα κύτταρα των τοιχωμάτων των σπερματικών σωληναρίων αρχίζουν να παράγονται σπερματοζωάρια, τα οποία ωριμάζουν και αποθηκεύονται στην **επιδιδυμίδα**. (εικ. 12.2) Η επιδιδυμίδα είναι ένας σφικτά περιελιγμένος σωλήνας μήκους 5-6 m στο πίσω μέρος κάθε όρχεως. Κάθε επιδιδυμίδα ενώνεται με το **σπερματικό πόρο,** ο οποίος ανεβαίνει προς την κοιλιακή κοιλότητα και ενώνεται με την ουρήθρα. Η ουρήθρα περνάει μέσα από τον προστάτη και καταλήγει στο άκρο του πέους, τη βάλανο. Ο προστάτης, οι δύο βολβουρηθραίοι αδένες και η σπερματοδόχος κύστη εκκρίνουν ουσίες, που μαζί με τα σπερματοζωάρια αποτελούν το **σπέρμα**.

Το **πέος** αποτελείται από τρία σηραγγώδη σώματα, τα οποία κατά την ερωτική διέγερση γεμίζουν με αίμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το πέος να γίνεται μεγαλύτερο, σκληρό και ανορθωμένο (στύση). Τα τρία σηραγγώδη σώματα περιβάλλονται από δέρμα, την πόσθη. Το τμήμα της πόσθης που καλύπτει τη βάλανο (ακροποσθία) κατά την ούρηση και κυρίως κατά τη στύση τραβιέται προς τα πίσω. Όταν η ακροποσθία έχει πολύ στενό άνοιγμα, δεν μπορεί να τραβηχτεί προς τα πίσω και προκαλείται πόνος. Σ' αυτή την περίπτωση αφαιρείται χειρουργικά με περιτομή.

Οι όρχεις είναι μεικτοί αδένες. Η εξωκρινής μοίρα τους παράγει τα σπερματοζωάρια, και η ενδοκρινής τις αντρικές ορμόνες. Σημαντικότερη από τις ορμόνες αυτές είναι η **τεστοστερόνη,** η οποία είναι υπεύθυνη για τη φυσιολογική ανάπτυξη και λειτουργία των γεννητικών οργάνων.

Η έκκριση τεστοστερόνης αυξάνεται σημαντικά κατά την εφηβεία (13ο με 15ο έτος της ηλικίας) και συμβάλλει στην τελική διαμόρφωση του πέους, στην ωρίμανση των όρχεων και στην παραγωγή σπέρματος. Η τεστοστερόνη είναι υπεύθυνη και για τα δευτερεύοντα χαρακτηριστικά του φύλου που εμφανίζονται επίσης κατά την εφηβεία: γενειάδα, τριχοφυΐα στις μασχάλες και στην περιοχή των γεννητικών οργάνων, μεγαλύτερη ανάπτυξη των μυών και επιμήκυνση των φωνητικών χορδών, που προκαλεί αλλαγή στη φωνή.

Το αναπαραγωγικό σύστημα της γυναίκας

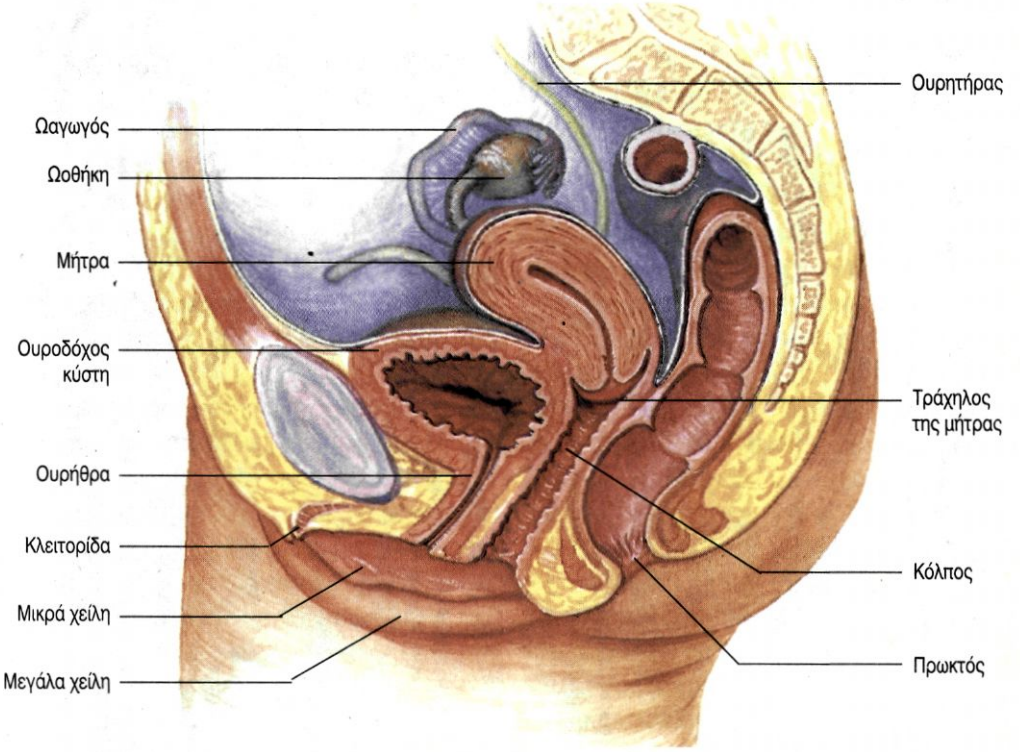
Το αναπαραγωγικό σύστημα της γυναίκας αποτελείται από τις δύο ωοθήκες, τους δύο ωαγωγούς (ή σάλπιγγες), τη μήτρα, τον κόλπο και το αιδοίο (εικ. 12.3).

Οι **ωοθήκες** έχουν σχήμα αμυγδάλου και βρίσκονται μία σε κάθε πλευρά στο πάνω μέρος της λεκάνης. Οι **ωαγωγοί** εκτείνονται από τις ωοθήκες προς τη μήτρα. Η **μήτρα** είναι ένα όργανο που έχει περίπου το μέγεθος και το σχήμα ενός ανεστραμμένου αχλαδιού, με παχιά τοιχώματα από μυϊκό ιστό. Η μήτρα περιβάλλεται εσωτερικά από βλεννογόνο, το ενδομήτριο. Το κάτω μέρος της μήτρας καταλήγει στον **κόλπο**.

Τα εξωτερικά γεννητικά όργανα αποτελούν το **αιδοίο,** το οποίο περιλαμβάνει το εφηβαίο, που καλύπτεται από τρίχωμα, τα μεγάλα και τα μικρά χείλη και την κλειτορίδα.

Κατά την εφηβεία (11ο με 13ο έτος της ηλικίας), οι ωοθήκες αρχίζουν να παράγουν **οιστρογόνα** και **προγεστερόνη,** ορμόνες οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο στον εμμηνορρυσιακό κύκλο και προκαλούν την ανάπτυξη του στήθους. Τα οιστρογόνα, κυρίως, είναι υπεύθυνα για την εμφάνιση των δευτερεύοντων φυλετικών χαρακτηριστικών, όπως είναι η αναπτυγμένη λεκάνη και η συσσώρευση υποδόριου λίπους, που δίνει τις χαρακτηριστικές καμπύλες στο γυναικείο σώμα.

Οι ωοθήκες (όπως και οι όρχεις) είναι μεικτοί αδένες. Η εξωκρινής μοίρα τους παράγει τα ωάρια και η ενδοκρινής τις ορμόνες.



εικ. 12.3 Το αναπαραγωγικό σύστημα της γυναίκας

Εμμηνορρυσιακός κύκλος

Η πιο χαρακτηριστική εξωτερική εκδήλωση της λειτουργίας του αναπαραγωγικού συστήματος της γυναίκας είναι η έμμηνη ρύση ή περίοδος. Η έναρξη της έμμηνης ρύσης υποδηλώνει συμβατικά και την πρώτη μέρα του **εμμηνορρυσιακού κύκλου**. Ο κύκλος αυτός επαναλαμβάνεται κάθε 28 μέρες περίπου, από την εφηβεία έως την εμμηνόπαυση (κατά το 45ο με 50ό έτος της ηλικίας) (εικ. 12.4).

Στο εσωτερικό κάθε ωοθήκης υπάρχουν αρκετές χιλιάδες **ωοθυλάκια,** που το καθένα περιέχει ένα άωρο ωάριο. Η διαδικασία της ωρίμανσης και ελευθέρωσης του ωαρίου βρίσκεται κάτω από τον ορμονικό έλεγχο της υπόφυσης, ενός αδένα που βρίσκεται στη βάση του εγκεφάλου. Η **θυλακιοτρόπος ορμόνη** (FSH, Follicle Stimulating Hormone) της υπόφυσης προκαλεί την ωρίμανση ενός νέου ωοθυλακίου. Τα επιθηλιακά κύτταρα του τοιχώματος του ωοθυλακίου εκκρίνουν **οιστρογόνα**, ορμόνες που προκαλούν τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων του βλεννογόνου της μήτρας. Όταν τα οιστρογόνα φτάσουν σε ορισμένο επίπεδο στο αίμα, η υπόφυση αυξομειώνει απότομα την έκκριση της **ωχρινοτρόπου ορμόνης**, (LH, Luteinizing Hormone), η οποία προκαλεί την ωοθυλακιορρηξία, κατά την 14η περίπου μέρα του κύκλου. Κατά την ωοθυλακιορρηξία το ωοθυλάκιο σπάζει και το ωάριο απελευθερώνεται στους ωαγωγούς. Από εκεί μετακινείται αργά προς τη μήτρα, με τη βοήθεια του κροσσωτού επιθηλίου των σαλπίγγων και με την παράλληλη σύσπαση των μυών των τοιχωμάτων τους.

Μετά την απελευθέρωση του ωαρίου τα κύτταρα του ωοθυλακίου πολλαπλασιάζονται σχηματίζοντας το **ωχρό σωμάτιο,** που εκκρίνει μεγάλες ποσότητες **προγεστερόνης**. Η ορμόνη αυτή προκαλεί την ανάπτυξη των αδένων του βλεννογόνου της μήτρας, την άφθονη έκκριση γλυκογόνου και βλέννας και την αύξηση της αιμάτωσής του. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την πάχυνση του βλεννογόνου της μήτρας, ώστε να εξασφαλίσει στο γονιμοποιημένο ωάριο, που ενδέχεται να υπάρξει, τις θρεπτικές ουσίες που χρειάζεται και να διευκολύνει τελικά την εμφύτευσή του. Αν το ωάριο δε γονιμοποιηθεί, το ωχρό σωμάτιο εκφυλίζεται με αποτέλεσμα να μειωθεί απότομα η παραγωγή προγεστερόνης. Το γεγονός αυτό προκαλεί την αποδιοργάνωση και αυτοκαταστροφή του ενδομήτριου. Αυτή είναι η **έμμηνος ρύση** ή περίοδος, κατά την οποία αποβάλλονται μέσω του κόλπου 50-150 ml αίματος, βλέννας και κυτταρικών υπολειμμάτων. Η έμμηνος ρύση υποδηλώνει και την πρώτη μέρα του επόμενου εμμηνορρυσιακού κύκλου.

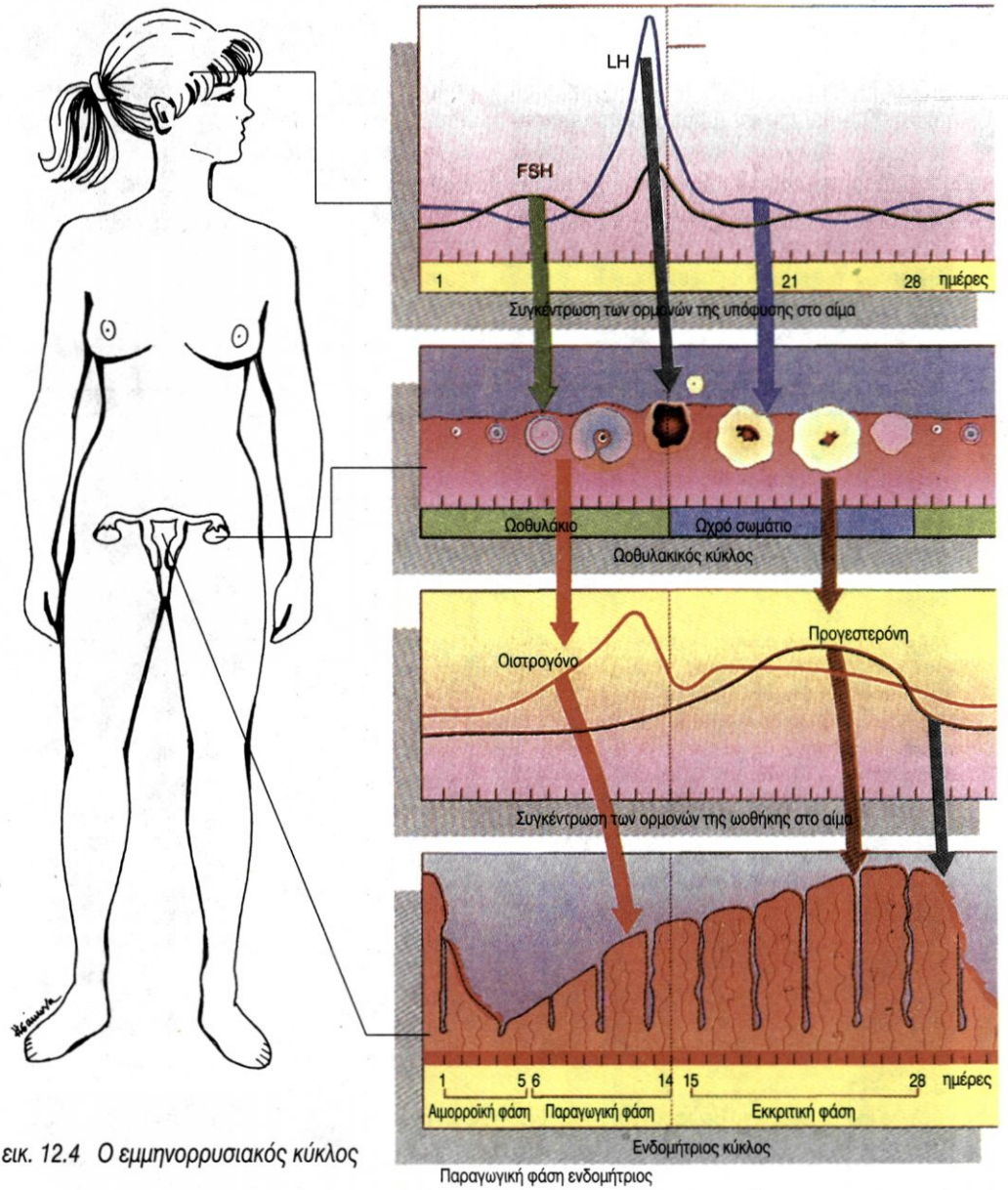
Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι το αναπαραγωγικό σύστημα της γυναίκας παρουσιάζει δύο κυκλικές μεταβολές, που διαρκούν 28 περίπου ημέρες, τον ωοθυλακικό κύκλο και τον ενδομήτριο κύκλο.

Ο **ωοθυλακικός κύκλος** βρίσκεται κάτω από τον ορμονικό έλεγχο της υπόφυσης και χωρίζεται σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση περιλαμβάνει την ωρίμανση ενός ωοθυλακίου. Σ' αυτή τη φάση εκκρίνονται τα οιστρογόνα. Κατά τη 14η μέρα του κύκλου γίνεται η ωοθυλακιορρηξία και η απελευθέρωση του ώριμου ωαρίου. Μετά την ωοθυλακιορρηξία αρχίζει η 2η φάση του κύκλου, κατά την οποία από τα επιθηλιακά κύτταρα του ωοθυλακίου σχηματίζεται το ωχρό σωμάτιο, που εκκρίνει την προγεστερόνη (εικ. 12.4).

Ο **ενδομήτριος κύκλος** αφορά τις περιοδικές αλλαγές που γίνονται στο ενδομήτριο και βρίσκεται κάτω από τον ορμονικό έλεγχο των ωοθηκών. Από την 5η μέρα έως την 14η έχουμε την παραγωγική φάση, κατά την οποία, υπό την επίδραση των οιστρογόνων, πολλαπλασιάζονται τα κύτταρα του

βλεννογόνου. Από την 14η έως την 28η μέρα έχουμε την εκκριτική φάση, κατά την οποία, υπό την επίδραση της προγεστερόνης, αυξάνονται οι εκκρίσεις του βλεννογόνου και η αιμάτωσή του, με συνέπεια να αυξηθεί το πάχος του ενδομήτριου. Η απότομη πτώση της προγεστερόνης σηματοδοτεί την 3η φάση, την αιμορροϊκή –από την 1η έως την 5η μέρα– κατά την οποία έχουμε αποβολή βλέννας και κυτταρικών υπολειμμάτων (περίοδος) (εικ. 12.4).

Ο ιδανικός κύκλος διαρκεί 28 ημέρες. Συνήθως όμως παρουσιάζονται διακυμάνσεις από γυναίκα σε γυναίκα και από μήνα σε μήνα.



εικ. 12.4 Ο εμμηνορρυσιακός κύκλος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι δύο όρχεις, η εκφορητική οδός του σπέρματος και το πέος αποτελούν το αναπαραγωγικό σύστημα του άντρα. Η τεστοστερόνη είναι υπεύθυνη για τη φυσιολογική ανάπτυξη και λειτουργία των γεννητικών οργάνων και για την εμφάνιση των δευτερεύοντων χαρακτηριστικών του φύλου. (τριχοφυΐα, αλλαγή στη φωνή, μυϊκή ανάπτυξη κτλ.).

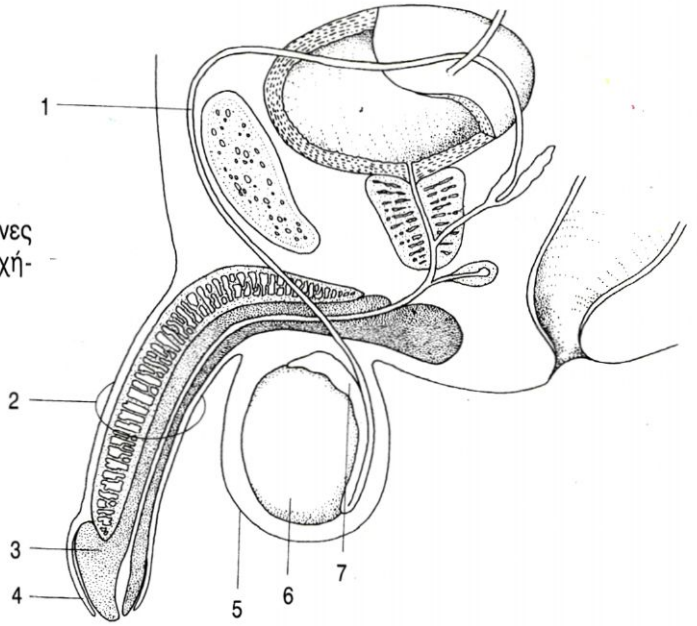
Οι δύο ωοθήκες, οι δύο ωαγωγοί, η μήτρα, ο κόλπος και το αιδοίο αποτελούν το αναπαραγωγικό σύστημα της γυναίκας. Οι ορμόνες οιστρογόνα και προγεστερόνη είναι υπεύθυνες για την εμφάνιση των δευτερευόντων χαρακτηριστικών του φύλου (ανάπτυξη στήθους, λεκάνης κτλ.) και παίζουν ρόλο στον εμμηνορρυσιακό κύκλο.

Οι όρχεις και οι ωοθήκες είναι μεικτοί αδένες. Η εξωκρινής μοίρα τους παράγει τα γαμετικά κύτταρα, ενώ η ενδοκρινής τις ορμόνες του φύλου.

Το αναπαραγωγικό σύστημα της γυναίκας παρουσιάζει κυκλικές μεταβολές κάθε 28 περίπου ημέρες. Ο ωοθυλακικός κύκλος αφορά τις αλλαγές που γίνονται στις ωοθήκες (ωρίμανση ωοθυλακίου - ωοθυλακιορρηξία - σχηματισμός ωχρού σωματίου). Ο ενδομήτριος κύκλος αφορά τις μεταβολές που γίνονται στο ενδομήτριο (πολλαπλασιασμός κυττάρων - αύξηση εκκρίσεων και αιμάτωσης - εκφυλισμός). Οι κυκλικές αλλαγές του ενδομήτριου έχουν ως σκοπό να εξασφαλίσουν στο τυχόν γονιμοποιημένο ωάριο τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες και να διευκολύνουν την εμφύτευσή του.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να ονομάσετε τις αριθμημένες δομές του παρακάτω σχήματος.



2. Οι όρχεις και οι ωοθήκες θεωρούνται μεικτοί αδένες. Τι παράγει η ενδοκρινής και τι η εξωκρινής μοίρα τους; Ποιος είναι ο ρόλος αυτών των προϊόντων;

2. Να ενώσετε με γραμμές τους όρους της μεσαίας στήλης με το αναπαραγωγικό σύστημα με το οποίο σχετίζονται:

	όρχεις	
	αιδοίο	
	πέος	
	μήτρα	
γυναικείο	κόλπος	αντρικό
	σπερματικός πόρος	
	σάλπιγγες	
	ωοθήκες	
	επιδιδυμίδα	

4. Να αναφέρετε τις ορμόνες που είναι υπεύθυνες για τα δευτερεύοντα χαρακτηριστικά του κάθε φύλου. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά αυτά και σε ποια ηλικία εμφανίζονται;

5. Να αντιστοιχίσετε τους όρους της αριστερής στήλης με τις λειτουργίες της δεξιάς στήλης.

Επιδιδυμίδα	έκκριση προγεστερόνης
Όρχεις	έκκριση τεστοστερόνης
Επιθηλιακά κύτταρα του ωοθυλάκιου	έκκριση οιστρογόνων
Ωχρό σωμάτιο	αποθήκευση σπερματοζωαρίων

6. Να αναφέρετε τις ορμόνες που προκαλούν τα παρακάτω:
   - προκαλεί την ανάπτυξη των αδένων του βλεννογόνου της μήτρας
   - προκαλεί την ανάπτυξη της γυναικείας λεκάνης
   - προκαλεί τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων του βλεννογόνου της μήτρας
   - προκαλούν την ανάπτυξη του στήθους στις γυναίκες
   - προκαλεί την ωοθυλακιορρηξία
   - προκαλεί την ωρίμανση ενός νέου ωοθυλάκιου
   - είναι υπεύθυνη για την εμφάνιση γενειάδας
7. Να αναφέρετε τα όργανα του αναπαραγωγικού συστήματος α) του άντρα και β) της γυναίκας τα οποία βρίσκονται σε ζεύγη.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Μία μορφή στειρότητας εμφανίζεται σε άντρες που φοράνε πολύ στενά εσώρουχα. Πού κατά τη γνώμη σας οφείλεται αυτή η στειρότητα και πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί;

2. Να ερευνήσετε τι είναι η κρυψορχία, πού οφείλεται, ποιες είναι οι συνέπειές της και πώς αντιμετωπίζεται. Στη συνέχεια να παρουσιάσετε την εργασία στους συμμαθητές σας.

ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΣΤΗ ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ

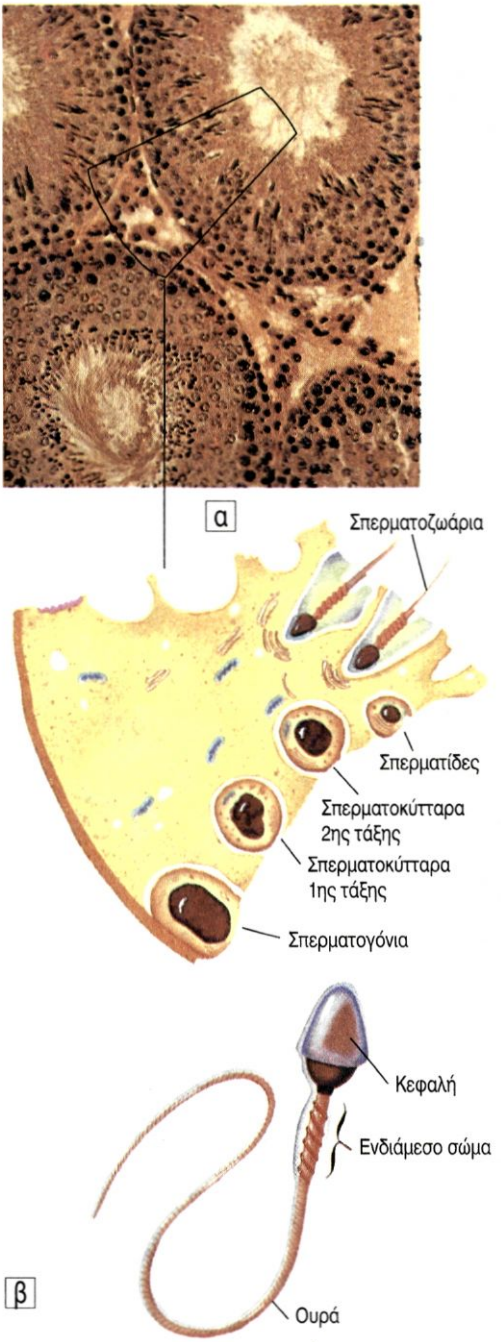
Σπερματογένεση

Στην ηλικία των 13 η τεστοστερόνη αρχίζει να διεγείρει τους όρχεις για συνεχή παραγωγή σπερματοζωαρίων. Στην περιφέρεια των σπερματικών σωληναρίων των όρχεων υπάρχουν τα πρόδρομα γεννητικά κύτταρα, τα **σπερματογόνια** (εικ. 12.5). Τα σπερματογόνια, που όπως και όλα τα κύτταρα του ανθρώπου έχουν 46 χρωμοσώματα, διαιρούνται μιτωτικά και δίνουν τα **σπερματοκύτταρα**. Αυτά με μειωτική διαίρεση θα δώσουν τις **σπερματίδες** με 23 χρωμοσώματα η καθεμία. Οι σπερματίδες στη συνέχεια υφίστανται διαδοχικές μεταβολές, που περιλαμβάνουν απώλεια μέρους του κυτταροπλάσματός τους και δημιουργία της μαστιγιοουράς. Τελικά, μετατρέπονται σε **σπερματοζωάρια,** καθένα από τα οποία αποτελείται από την κεφαλή, το ενδιάμεσο σώμα και την ουρά (εικ. 12.6). Η κεφαλή περιέχει τον απλοειδή πυρήνα του και τα ένζυμα, που θα το βοηθήσουν να διεισδύσει στο ωάριο. Το ενδιάμεσο σώμα περιέχει πολλά μιτοχόνδρια, τα οποία δίνουν ενέργεια για τη μετακίνησή του, που πραγματοποιείται με τη μαστιγιοουρά του (εικ. 12.5).

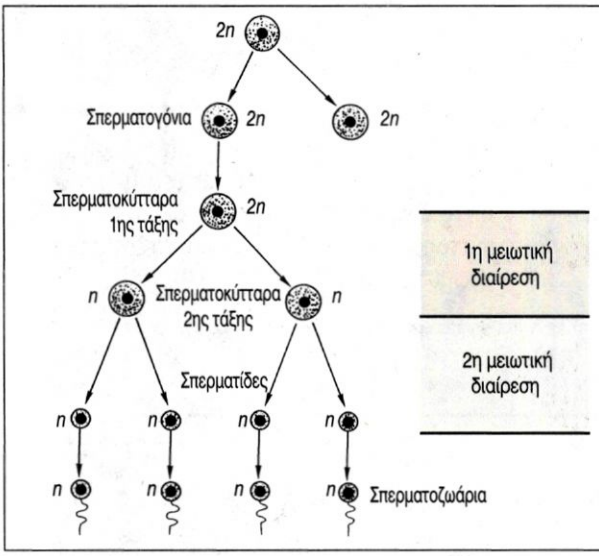
Ωογένεση

Τα πρόδρομα γεννητικά κύτταρα της γυναίκας είναι τα **ωογόνια,** τα οποία πολλαπλασιάζονται μιτωτικά κατά την εμβρυϊκή ζωή (εικ. 12.7). Τα ωογόνια αυξάνονται σε μέγεθος με τη συσσώρευση θρεπτικών ουσιών (λέκιθος) και μεταμορφώνονται σε **ωοκύτταρα** (με 46 χρωμοσώματα το καθένα). Κάθε ωοκύτταρο βρίσκεται μέσα σε ένα ωοθυλάκιο και παραμένει σ' αυτό το στάδιο για πολλά χρόνια.

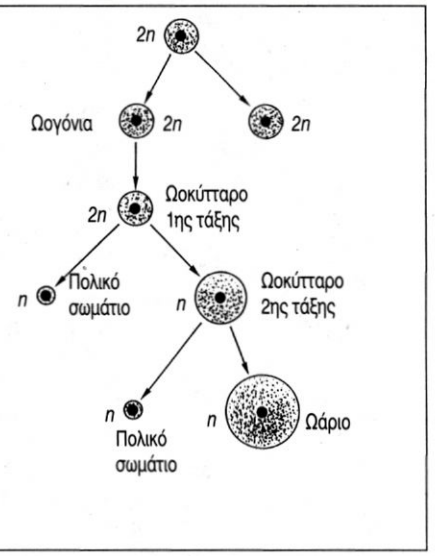
Από την εφηβεία και μετά, κάθε 28 περίπου ημέρες ένα ωοθυλάκιο αναπτύσσεται εναλλάξ από κάθε ωοθήκη. Το ωοκύτταρο



εικ. 12.5 α) Μικροσκοπική τομή όρχεως β) σπερματοζωάριο



εικ. 12.6 Τα στάδια της σπερματογένεσης



εικ. 12.7 Τα στάδια της ωογένεσης

που περιέχει μπαίνει στο στάδιο της ωρίμανσης, κατά το οποίο υφίσταται την πρώτη μειωτική διαίρεση. Από τη διαίρεση αυτή θα προκύψει ένα μικρό κύτταρο (πολικό σωμάτιο) και ένα μεγάλο, το οποίο θα εξελιχτεί σε **ωάριο** με 23 χρωμοσώματα. Το ωάριο περιέχει τη λέκιθο, που είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη του ζυγωτού κατά τις πρώτες μέρες μετά τη γονιμοποίηση.

Γονιμοποίηση

Όταν ο άντρας διεγερθεί ερωτικά, οι αρτηρίες του πέους διαστέλλονται και γεμίζουν με αίμα τα σηραγγώδη σώματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη στύση του πέους. Όταν η γυναίκα διεγερθεί ερωτικά, ο κόλπος της υγραίνεται και οι μύες του χαλαρώνουν. Αυτό διευκολύνει την είσοδο του πέους σε στύση. Η ερωτική επαφή κορυφώνεται με τον οργασμό. Όταν ο άντρας έρθει σε οργασμό, ρυθμικές συσπάσεις των λείων μυϊκών ινών, που περιβάλλουν την εκφορητική οδό, ωθούν το σπέρμα προς τα έξω (εκσπερμάτωση). Κατά την **εκσπερμάτωση,** 300.000.000 περίπου σπερματοζωάρια ελευθερώνονται στον κόλπο της γυναίκας, και διά μέσου της μήτρας κατευθύνονται προς τους ωαγωγούς. Αν εκεί τύχει να υπάρχει ένα ωάριο, είναι πολύ πιθανό να συμβεί **γονιμοποίηση**. Κατά τη γονιμοποίηση, η κεφαλή ενός μόνο σπερματοζωαρίου με τη βοήθεια ειδικών ενζύμων εισέρχεται στο ωάριο. Αμέσως μετά δημιουργούνται αλλαγές στο ωάριο που εμποδίζουν την είσοδο άλλων σπερματοζωαρίων. Παράλληλα, αυξάνεται απότομα ο ρυθμός της κυτταρικής αναπνοής. Οι πυρήνες των δύο απλοειδών γαμετικών κυττάρων συντήκονται και προκύπτει ένα διπλοειδές κύτταρο, το **ζυγωτό,** με 46 χρωμοσώματα. Το ζυγωτό είναι το πρώτο κύτταρο του νέου οργανισμού.

Από τα παραπάνω γίνεται προφανές ότι **μείωση** είναι ο μηχανισμός που μειώνει κατά το ήμισυ τον αρχικό αριθμό χρωμοσωμάτων, και από ένα διπλοειδές κύτταρο προκύπτουν απλοειδή κύτταρα. **Γονιμοποίηση** είναι ο μηχανισμός κατά τον οποίο δύο απλοειδείς γαμέτες συντήκονται και δίνουν ένα διπλοειδές κύτταρο, το ζυγωτό, από το οποίο θα προκύψει ο νέος οργανισμός.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά τη σπερματογένεση και την ωογένεση γίνονται διαδοχικές μιτωτικές και μειωτικές διαιρέσεις με τελικό σκοπό να προκύψουν απλοειδή κύτταρα, τα σπερματοζωάρια και τα ωάρια αντίστοιχα.

Κατά τη γονιμοποίηση γίνεται σύντηξη ενός σπερματοζωαρίου (23 χρωμοσώματα) με ένα ωάριο (23 χρωμοσώματα) και προκύπτει το πρώτο κύτταρο του νέου οργανισμού, το ζυγωτό, με 46 χρωμοσώματα (23 + 23).

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να τοποθετήσετε στον παρακάτω πίνακα τα στάδια της σπερματογένεσης στη σωστή σειρά και να σημειώσετε κάτω από κάθε είδος κυττάρων τον αριθμό χρωμοσωμάτων που διαθέτει.
   Σπερματοκύτταρα, σπερματοζωάρια, σπερματίδες, σπερματογονίες

2. Να υπολογίσετε πόσα περίπου ωάρια ωριμάζουν σε μία φυσιολογική γυναίκα κατά τη διάρκεια της ζωής της.

3. Η γονιμοποίηση φυσιολογικά γίνεται:
   α. στον κόλπο
   β. στη μήτρα
   γ. στους ωαγωγούς
   δ. στα ωάρια
   Να υπογραμμίσετε τη σωστή απάντηση.

4. Ποιά από τις παρακάτω ορμόνες επηρεάζει την ανάπτυξη του ωοθηλακίου;
   α. η προλακτίνη
   β. η θυλακιοτρόπο ορμόνη
   γ. η τεστοστερόνη
   δ. η ινσουλίνη
   ε. καμία από τις παραπάνω
   Να υπογραμμίσετε τη σωστή απάντηση.

5. Ποιες μεταβολές συμβαίνουν στο ωάριο αμέσως μετά τη γονιμοποίησή του; Σε τι εξυπηρετούν αυτές;

6. Να ονομάσετε τα τμήματα από τα οποία αποτελείται ένα σπερματοζωάριο και να αναφέρετε το ρόλο του καθενός από αυτά.

7. Να συγκρίνετε τη σπερματογένεση και την ωογένεση. Οι παρακάτω ερωτήσεις θα σας βοηθήσουν.

	Σπερματογένεση	Ωογένεση
Σε ποιο όργανο σχηματίζονται τα γαμετικά κύτταρα;		
Ποιος είναι ο αριθμός των γαμετών που προκύπτουν μετά τη μειωτική διαίρεση;		
Ποια είναι η ιδανική θερμοκρασία για τη γαμετογένεση;		
Ποια είναι η τελική μορφή και το μέγεθος του γαμέτη;		

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΕΜΒΡΥΟΥ - ΤΟΚΕΤΟΣ

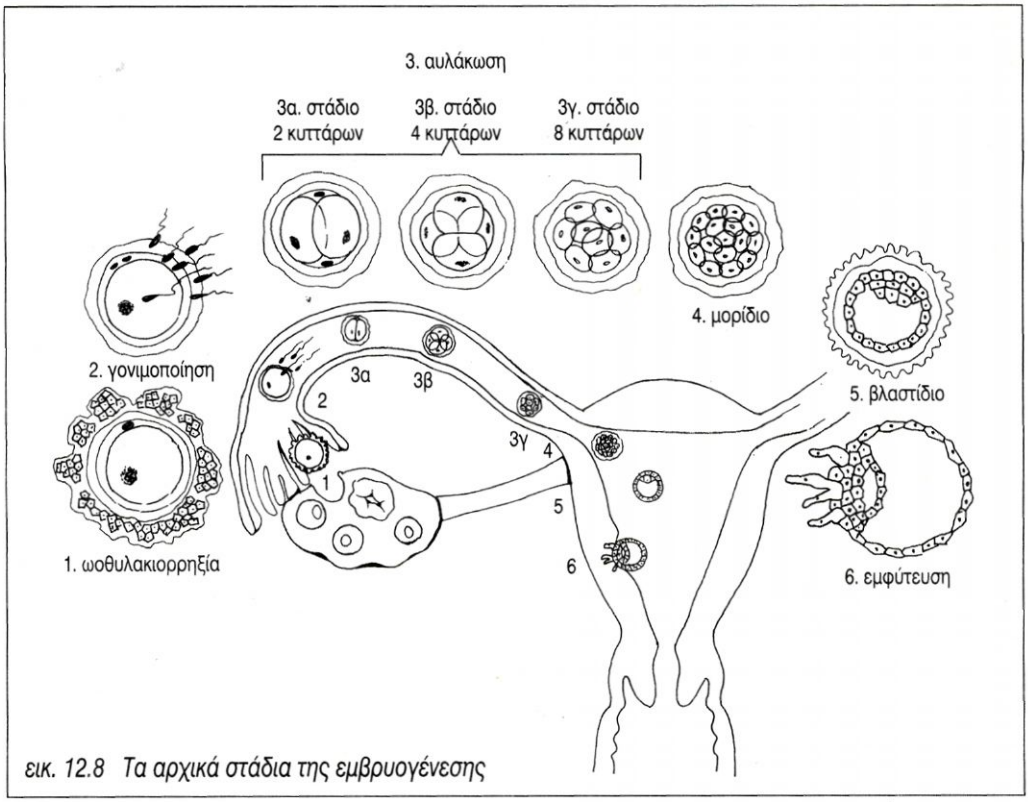
Αυλάκωση

Τριάντα ώρες περίπου μετά τη γονιμοποίηση το ζυγωτό αρχίζει να διαιρείται μιτωτικά (αυλάκωση). Η κάθε μιτωτική διαίρεση δίνει θυγατρικά κύτταρα με το μισό μέγεθος του αρχικού. Έτσι δημιουργείται ένα συσσωμάτωμα κυττάρων, το **μορίδιο**, που έχει το ίδιο σχεδόν μέγεθος με το ζυγωτό (εικ. 12.8).

Το μορίδιο, με τη βοήθεια των βλεφαρίδων του κροσσωτού επιθηλίου που επενδύει εσωτερικά τις σάλπιγγες, παρασύρεται προς τη μήτρα, όπου φτάνει μεταξύ της 3ης και της 5ης ημέρας. Τα κύτταρά του, καθώς πολλαπλασιάζονται, τοποθετούνται κυρίως προς την περιφέρεια, σχηματίζοντας μία κοίλη σφαίρα, το **βλαστίδιο**. Η εξωτερική στιβάδα κυττάρων σχηματίζει τον **τροφοβλάστη**. Μια ομάδα κυττάρων στο εσωτερικό του τροφοβλάστη θα δώσει το έμβρυο και τις εξωεμβρυϊκές μεμβράνες.

Εμφύτευση

Μεταξύ της 5ης και 7ης ημέρας από τη γονιμοποίηση το βλαστίδιο προσκολλάται στο ενδομήτριο, το οποίο έχει κατάλληλα προετοιμαστεί. Τα κύτταρα του τροφοβλάστη, που βρίσκονται σε επαφή με την εσωτερική ομάδα κυττάρων, εκκρίνουν πρωτεολυτικά ένζυμα και αρχίζουν να εισχωρούν μέσα στο ενδομήτριο σχηματίζοντας προεκβολές. (εικ. 12.8). Αυτές θα σχηματίσουν στη συνέχεια μία μεμβράνη, το χόριο. Κατά τη διαδικασία αυτή καταστρέφονται ορισμένα τριχοειδή του ενδομήτριου, και το αίμα που



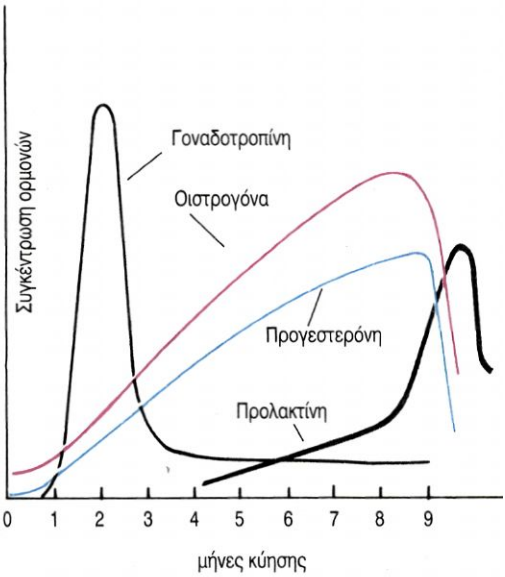
εικ. 12.8 Τα αρχικά στάδια της εμβρυογένεσης

προέρχεται από αυτά διαποτίζει το βλαστίδιο παρέχοντάς του τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Από τη στιγμή της **εμφύτευσης,** δηλαδή της προσκόλλησης του εμβρύου στο ενδομήτριο, αρχίζει η **κύηση**. Ο τροφοβλάστης εκκρίνει μία ορμόνη, τη **γοναδοτροπίνη** (HCG, Human Chorionic Gonadotropin), η οποία αναστέλλει τον εμμηνορυσιακό κύκλο (εικ. 12.9).

Σχηματισμός του πλακούντα

Από την 3η έως την 7η εβδομάδα συμβαίνουν δύο παράλληλες πορείες: ο σχηματισμός του πλακούντα και των τριών εξωεμβρυϊκών μεμβρανών αφ' ενός και η διαφοροποίηση των κυττάρων και η οργανογένεση αφ' ετέρου.

Κατά τη δεύτερη εβδομάδα το βλαστίδιο ολοκληρώνει την εμφύτευσή του στο ενδομή-



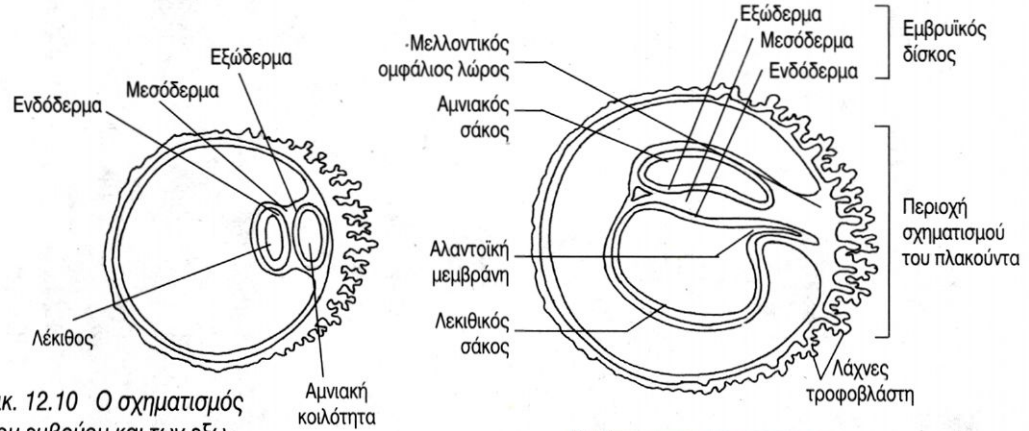
εικ. 12.9 Η μεταβολή της συγκέντρωσης των ορμονών κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης

τριο και αρχίζει ο σχηματισμός του **πλακούντα,** ο οποίος προέρχεται εν μέρει από το χόριο του εμβρύου και εν μέρει από τους ιστούς της μήτρας. Στο εσωτερικό του τροφοβλάστη σχηματίζονται η πρώτη εξωεμβρυϊκή μεμβράνη, ο **αμνιακός σάκος** με την αμνιακή κοιλότητα, και η μάζα κυττάρων, που θα εξελιχτεί σε έμβρυο (εμβρυϊκός δίσκος) (εικ. 12.10).

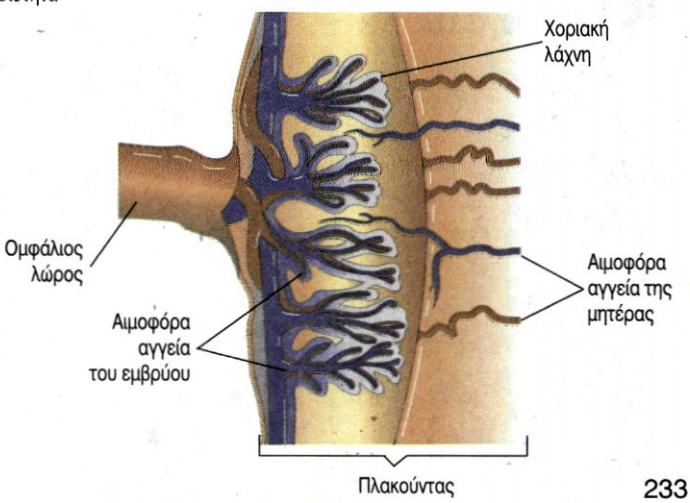
Προς το τέλος της 2ης εβδομάδας στο κάτω μέρος του εμβρυϊκού δίσκου εμφανίζεται η δεύτερη εξωεμβρυϊκή μεμβράνη, ο **λεκιθικός σάκος,** ο οποίος αρχίζει να παράγει κύτταρα του αίματος. Κατά τη διάρκεια της 3ης εβδομάδας σχηματίζεται και η 3η εξωεμβρυϊκή μεμβράνη, η **αλλαντοϊκή.**

Στο μεταξύ, η αμνιακή κοιλότητα περιβάλλει το έμβρυο και γεμίζει με αμνιακό υγρό, το οποίο προστατεύει το έμβρυο από κραδασμούς και συμβάλλει στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας. Περιέχει ουρία και κύτταρα, που προέρχονται από τον αμνιακό σάκο, τον πλακούντα και το έμβρυο. Καθώς ο αμνιακός σάκος διογκώνεται, σχηματίζεται ο **ομφάλιος λώρος** από τμήμα του λεκιθικού σάκου και της αλλαντοϊκής μεμβράνης.

Ο ομφάλιος λώρος έχει μήκος 60cm, περιέχει αιμοφόρα αγγεία και συνδέει το έμβρυο με τον πλακούντα (εικ. 12.11). Το αίμα του εμβρύου και της μητέρας, παρά το ότι έρχονται σε στενή επαφή, δεν αναμειγνύονται. Διά μέσου του πλακούντα θρεπτικά συστατικά και O_2 διαχέονται από το αίμα της μητέρας στο αίμα του εμβρύου, ενώ τα άχρηστα προϊόντα (ουρία, CO_2 κ.ά.) του εμβρύου διαχέονται στο μητρικό αίμα.



εικ. 12.10 Ο σχηματισμός του εμβρύου και των εξωεμβρυϊκών μεμβρανών



εικ. 12.11 Ο πλακούντας

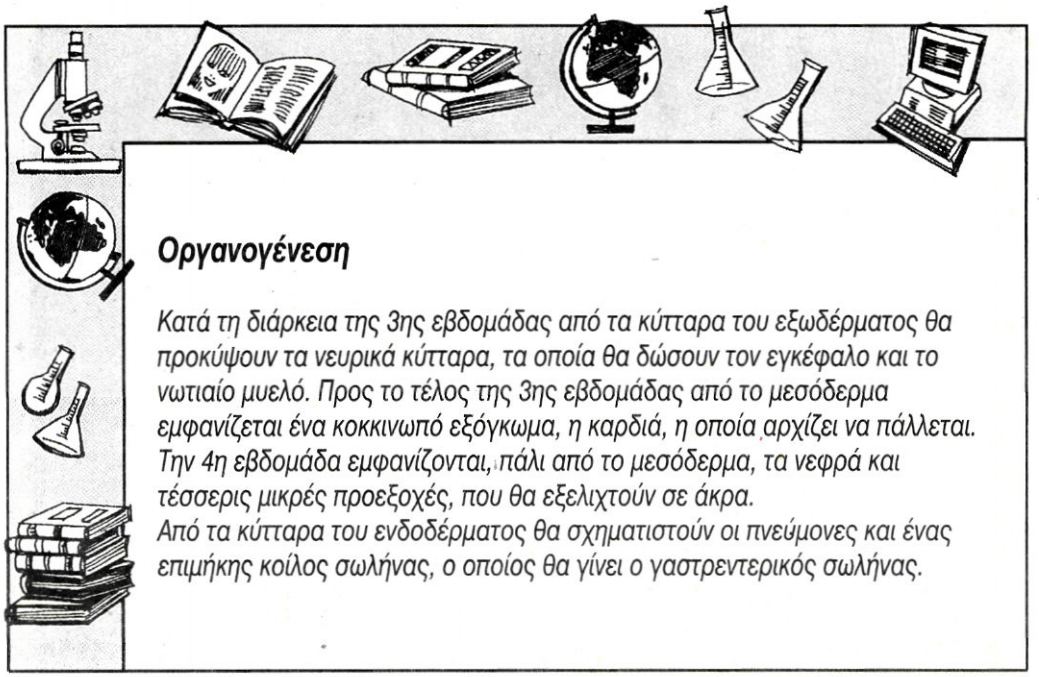
Ο σχηματισμός του πλακούντα ολοκληρώνεται τη 10η εβδομάδα. Ο πλακούντας εκκρίνει προγεστερόνη και οιστρογόνα, που εμποδίζουν την ωρίμανση νέων ωοθυλακίων (εικ. 12.9). Έτσι, κατά τη διάρκεια της κύησης δε γίνεται εμμηνορρυσία, που θα είχε καταστρεπτικές συνέπειες για το έμβρυο.

Γνωρίζετε ότι:

Ο πλακούντας έχει σχήμα δίσκου με διάμετρο 20 cm και πάχος 3 cm. Η συνολική εσωτερική επιφάνειά του, χάρη στις πολυάριθμες αναδιπλώσεις των μικρολαχνών του, ανέρχεται σε 14 m^2 και περιέχει ένα δίκτυο τριχοειδών συνολικού μήκους 50 km.

Παράλληλα με το σχηματισμό του πλακούντα, προς το τέλος της 2ης εβδομάδας αρχίζει και η ανάπτυξη του εμβρύου από τον εμβρυϊκό δίσκο. Ο εμβρυϊκός δίσκος αποτελείται από τρεις στιβάδες κυττάρων, το **εξώδερμα**, το **μεσόδερμα** και το **ενδόδερμα** (εικ. 12.10).

Καθώς τα κύτταρα του εμβρυϊκού δίσκου πολλαπλασιάζονται μιτωτικά, δημιουργούνται ομάδες κυττάρων με ιδιαίτερα μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά. Αυτό οφείλεται στη **διαφοροποίηση,** δηλαδή στην εκλεκτική έκφραση των γονιδίων των κυττάρων. Παράλληλα, ορισμένες ομάδες κυττάρων πολλαπλασιάζονται με διαφορετικό ρυθμό με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προεξοχές, αύλακες ή κοιλώματα. Σταδιακά, αυτές οι αλλαγές μετατρέπουν τις δομικά απλές εμβρυϊκές μεμβράνες σε συγκεκριμένα όργανα (οργανογένεση).



Οργανογένεση

Κατά τη διάρκεια της 3ης εβδομάδας από τα κύτταρα του εξωδέρματος θα προκύψουν τα νευρικά κύτταρα, τα οποία θα δώσουν τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό. Προς το τέλος της 3ης εβδομάδας από το μεσόδερμα εμφανίζεται ένα κοκκινωπό εξόγκωμα, η καρδιά, η οποία αρχίζει να πάλλεται. Την 4η εβδομάδα εμφανίζονται, πάλι από το μεσόδερμα, τα νεφρά και τέσσερις μικρές προεξοχές, που θα εξελιχτούν σε άκρα.
Από τα κύτταρα του ενδοδέρματος θα σχηματιστούν οι πνεύμονες και ένας επιμήκης κοίλος σωλήνας, ο οποίος θα γίνει ο γαστρεντερικός σωλήνας.

Την 4η εβδομάδα το έμβρυο έχει μήκος μόλις 0,6 cm. Είναι εμφανή τα εξογκώματα της καρδιάς και των άκρων και στο ευδιάκριτο κεφάλι του αρχίζουν να σχηματίζονται τα μάτια και τα αυτιά.
Την 5η εβδομάδα το κεφάλι μεγαλώνει δυσανάλογα σε σχέση με το υπόλοιπο σώμα, γιατί γίνεται ο πολλαπλασιασμός και η διαφοροποίηση των νευρικών κυττάρων. Την 6η εβδομάδα το ήπαρ αρχίζει να παράγει ερυθρά αιμοσφαίρια και διαμορφώνονται τα δάκτυλα. Τις επόμενες δύο εβδομάδες σχηματίζεται ο χόνδρινος σκελετός.

Ανάπτυξη του εμβρύου

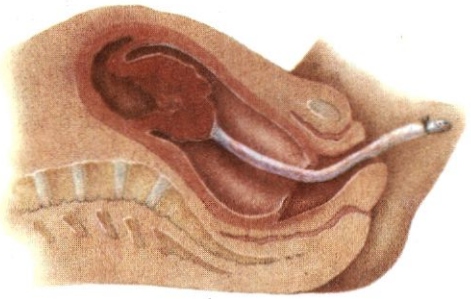
Κατά τη διάρκεια του δεύτερου τριμήνου το έμβρυο αποκτά μαλλιά, φρύδια, βλεφαρίδες και νύχια. Ο χόνδρινος σκελετός του αρχίζει να αντικαθίσταται από οστίτη ιστό. Το έμβρυο θηλάζει το δάκτυλό του, ουρεί στο αμνιακό υγρό και κλωτσάει. Στην αρχή του 5ου μήνα ζυγίζει περίπου 450 gr και έχει μήκος 20 cm. Σχηματίζεται το δέρμα του, το οποίο αρχικά εμφανίζεται ρυτιδωμένο, λόγω έλλειψης λίπους και προοδευτικά γίνεται ροζ, καθώς τα αγγεία του γεμίζουν με αίμα, το οποίο παράγεται στο ήπαρ. Στο τέλος του 2ου τριμήνου το έμβρυο ζυγίζει περίπου 640 gr, έχει μήκος 25 cm και η μητέρα του το αισθάνεται καθαρά να «κλωτσάει».

Στο 3ο και τελευταίο τρίμηνο τα όργανα αναπτύσσονται και τελειοποιούνται, ενώ κάτω από το δέρμα σχηματίζεται μία στιβάδα λίπους. Τελευταία ωριμάζουν το πεπτικό σύστημα και οι πνεύμονες.

265 μέρες μετά τη γονιμοποίηση ένα βρέφος είναι έτοιμο να γεννηθεί.

Πρώτο στάδιο

Δεύτερο στάδιο



Τρίτο στάδιο

εικ. 12.12 Τα στάδια του τοκετού

Τοκετός

Ο τοκετός περιλαμβάνει τρία στάδια. Στο πρώτο γίνεται διαστολή του στομίου του τραχήλου της μήτρας. Στο δεύτερο στάδιο γίνεται η γέννηση και στο τρίτο στάδιο αποβάλλεται ο πλακούντας και οι εξωεμβρυϊκές μεμβράνες (εικ. 12.12).

Στη διάρκεια του πρώτου σταδίου η γυναίκα αισθάνεται ελαφριές περιοδικές συσπάσεις και πόνους στο κατώτερο τμήμα της κοιλιάς. Η μήτρα συστέλλεται κάθε 10-20 λεπτά. Προς το τέλος του 1ου σταδίου οι συσπάσεις γίνονται πιο έντονες και πιο συχνές. Σε κάθε σύσπαση το έμβρυο πιέζει το στόμιο του τραχήλου, ο οποίος διαστέλλεται ακόμα περισσότερο. Ενδεχομένως να «σπάσουν τα νερά», δηλαδή να γίνει ρήξη του αμνιακού σάκου και να φύγει το αμνιακό υγρό.

Κατά το δεύτερο στάδιο οι συσπάσεις της μήτρας παρουσιάζονται κάθε 1-2 λεπτά και συνοδεύονται από έντονη επιθυμία της γυναίκας «να σπρώξει». Στο φυσιολογικό τοκετό προβάλλει πρώτο το κεφάλι του νεογνού. Σε κάθε σύσπαση το κεφάλι του προβάλλει περισσότερο. Στη συνέχεια εμφανίζεται ο ένας ώμος του και μετά ο άλλος. Το υπόλοιπο σώμα του νεογνού βγαίνει εύκολα. Μόλις το νεογνό αρχίσει να αναπνέει κανονικά, ο γιατρός δένει και κόβει τον ομφάλιο λώρο.

Αμέσως μετά τη γέννηση συσπάσεις της μήτρας προκαλούν την αποκόλληση του πλακούντα. Με την εξώθηση του πλακούντα τελειώνει και το τρίτο στάδιο του τοκετού.

Γνωρίζετε ότι:

Το Ρωμαϊκό Δίκαιο επέβαλλε με νόμο (Lex Caesarea) την τέλεση τομής σε γυναίκες που πέθαιναν κατά τη διάρκεια του τοκετού, με σκοπό να σώσουν το μωρό. Σήμερα η γέννηση με καισαρική τομή είναι αρκετά διαδεδομένη, κυρίως σε περιπτώσεις κατά τις οποίες το έμβρυο είναι πολύ μεγάλο, η θέση του στη μήτρα δεν είναι η σωστή, ο ομφάλιος λώρος είναι πολύ μικρός ή είναι τυλιγμένος στο λαιμό του εμβρύου.

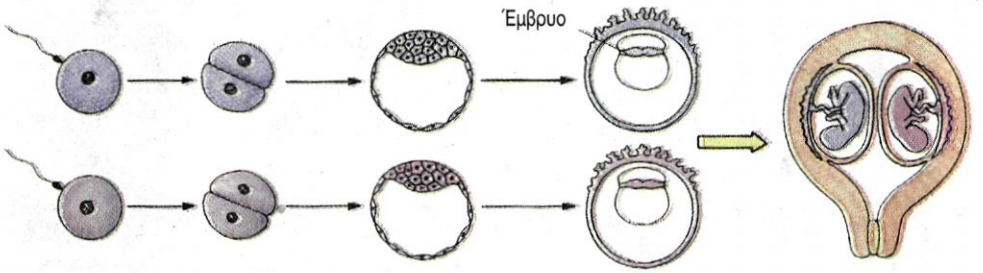
Πολλαπλή κύηση

Στον άνθρωπο ωριμάζει συνήθως ένα ωάριο κάθε μήνα, εναλλάξ από κάθε ωοθήκη, και γι' αυτό γεννιέται ένα βρέφος ανά τοκετό. Μερικές φορές όμως συμβαίνει να γεννηθούν δίδυμα ή ακόμα τρίδυμα ή τετράδυμα.

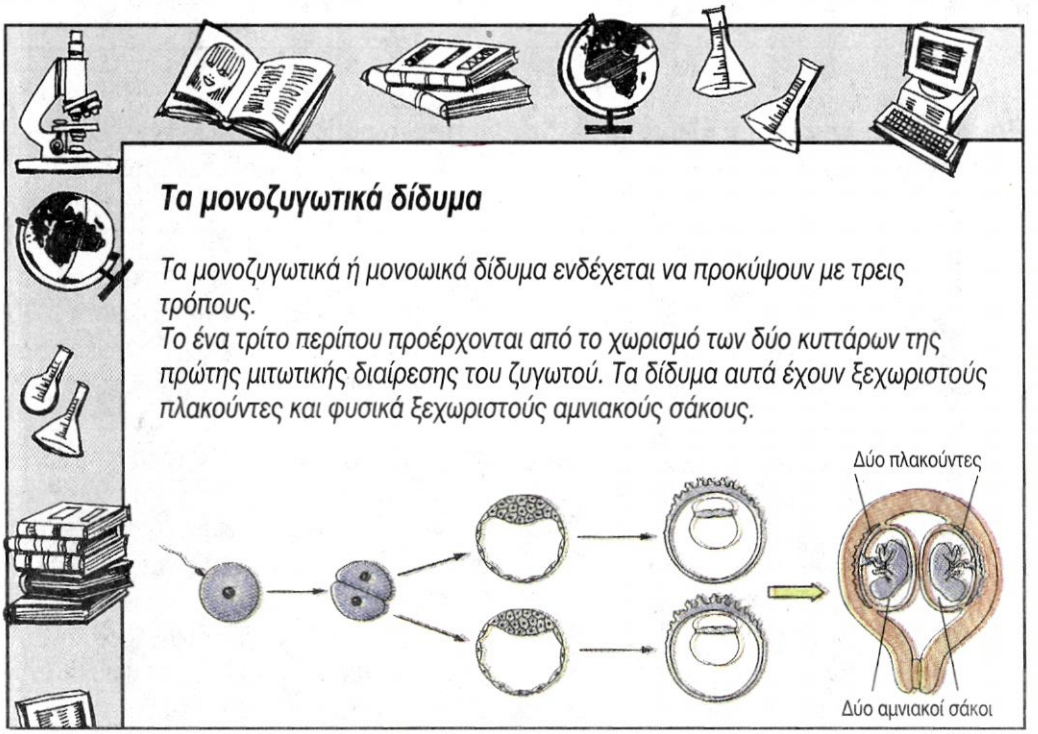
Τα δίδυμα μπορεί να προέρχονται από δύο διαφορετικά ωάρια, που γονιμοποιούνται και δίνουν δύο διαφορετικά ζυγωτά. Από αυτά προκύπτουν δύο διαφορετικά άτομα, που μοιάζουν σαν συνηθισμένα αδέλφια. Αυτά είναι το **διζυγωτικά** ή **διωικά δίδυμα**. (εικ. 12.13).

Υπάρχουν όμως περιπτώσεις κατά τις οποίες προκύπτουν δίδυμα από ένα και μόνο γονιμοποιημένο ωάριο. Αυτά είναι τα **μονοζυγωτικά** ή **μονοωικά δίδυμα,** τα οποία μοιάζουν καταπληκτικά μεταξύ τους και ανήκουν υποχρεωτικά στο ίδιο φύλο.

Σήμερα, σε πολλές γυναίκες που δυσκολεύονται να τεκνοποιήσουν χορηγούνται ορμόνες που προκαλούν πολλαπλή ωοθυλακιορρηξία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνονται οι πιθανότητες για πολλαπλές κυήσεις.



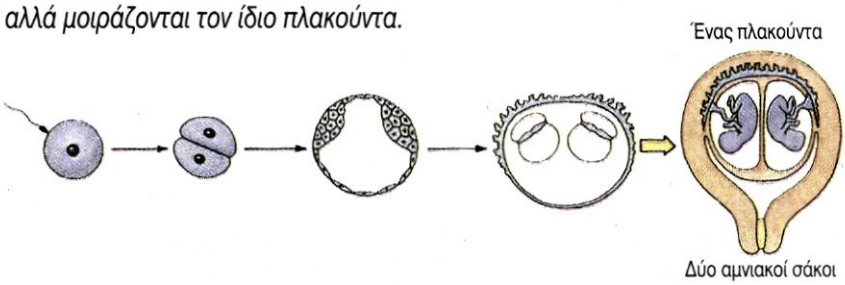
εικ. 12.13 Σχηματισμός διδύμων



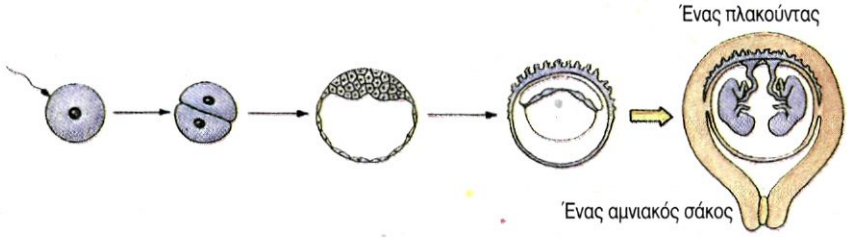
Τα μονοζυγωτικά δίδυμα

Τα μονοζυγωτικά ή μονοωικά δίδυμα ενδέχεται να προκύψουν με τρεις τρόπους.
Το ένα τρίτο περίπου προέρχονται από το χωρισμό των δύο κυττάρων της πρώτης μιτωτικής διαίρεσης του ζυγωτού. Τα δίδυμα αυτά έχουν ξεχωριστούς πλακούντες και φυσικά ξεχωριστούς αμνιακούς σάκους.

Σε όλα τα υπόλοιπα δίδυμα ο διαχωρισμός τους συμβαίνει μετά το σχηματισμό της εσωτερικής ομάδας κυττάρων αλλά πριν από τη δημιουργία του αμνιακού σάκου. Αυτά τα δίδυμα έχουν διαφορετικούς αμνιακούς σάκους, αλλά μοιράζονται τον ίδιο πλακούντα.



Σε ένα πολύ μικρό ποσοστό διδύμων ο διαχωρισμός τους συμβαίνει όπως παραπάνω αλλά μετά τη δημιουργία του αμνιακού σάκου. Αυτά τα δίδυμα μοιράζονται τον ίδιο πλακούντα και τον ίδιο αμνιακό σάκο. Σ' αυτή την περίπτωση υπάρχει ο κίνδυνος να γεννηθούν συνενωμένα (σιαμαία δίδυμα).



Παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία μητέρας και εμβρύου

Η σωστή ανάπτυξη του εμβρύου επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, περιβαλλοντικούς και κληρονομικούς. Στους πρώτους συμπεριλαμβάνονται χημικές ουσίες, παθογόνοι μικροοργανισμοί, καθώς και παράγοντες που έχουν σχέση με τον τρόπο ζωής της εγκύου.

Χημικές ουσίες όπως είναι ορισμένα εντομοκτόνα ή ακόμα και φάρμακα μπορεί να προκαλέσουν ανωμαλίες στο έμβρυο. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της θαλιδομίδης, ενός ήπιου ηρεμιστικού. Παιδιά που γεννήθηκαν από μητέρες οι οποίες έπαιρναν αυτό το φάρμακο γεννήθηκαν με σοβαρές παραμορφώσεις των άκρων. Ορισμένα παράγωγα της βιταμίνης Α μπορεί επίσης να προκαλέσουν αποβολές ή βλάβες στο έμβρυο.

Οι ιοί μπορούν να διαπεράσουν τον πλακούντα και να προσβάλουν το έμβρυο. Αν, για παράδειγμα, η έγκυος προσβληθεί από τον ιό της ερυθράς, ιδιαίτερα κατά τους πρώτους μήνες της κύησης, προκαλούνται σοβαρές βλάβες στα σχηματιζόμενα όργανα του εμβρύου. Έτσι, μπορεί το βρέφος όταν γεννηθεί, να έχει κώφωση, καταρράκτη κ.ά.

Η έγκυος πρέπει να αποφεύγει το κάπνισμα, γιατί ο καπνός που εισπνέει περιέχει CO και άλλες ουσίες επιβλαβείς για το έμβρυο. Νεογνά που γεννιούνται από γονείς καπνιστές έχουν συνήθως μειωμένο βάρος και συχνά παρουσιάζουν σπασμούς. Η υπερβολική κατανάλωση καφέ ή οινοπνευματωδών ποτών

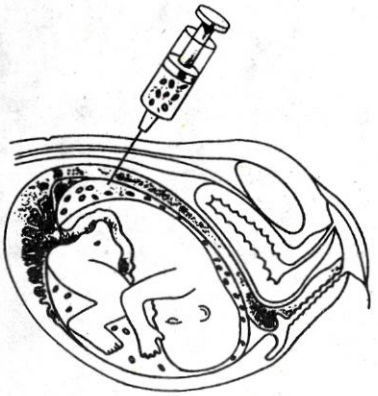
από τη μέλλουσα μητέρα, καθώς και η χρήση ναρκωτικών ουσιών μπορεί επίσης να προκαλέσουν προβλήματα στη φυσιολογική ανάπτυξη του εμβρύου. Πρέπει ακόμη να αποφεύγονται κατά την εγκυμοσύνη οι ακτινογραφίες, διότι οι ακτίνες-Χ μπορούν να προκαλέσουν μεταλλάξεις.

Η ισορροπημένη διατροφή είναι πολύ σημαντική για την έγκυο και το έμβρυο. Οι θρεπτικές ουσίες της τροφής συμβάλλουν αφ' ενός στην ανάπτυξη του εμβρύου και αφ' ετέρου βοηθούν τη μητέρα να παραμείνει υγιής. Σε μερικές εγκύους παρουσιάζονται προβλήματα στα οστά και στα δόντια, γιατί ο οργανισμός τους αντλεί από αυτά τα απαραίτητα άλατα, για να τροφοδοτήσει το έμβρυο.

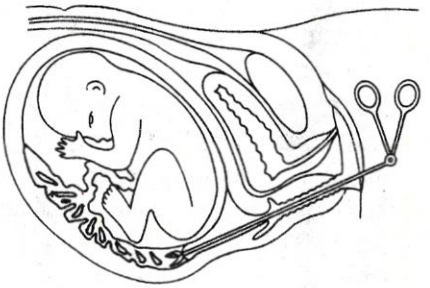
Σε ό,τι αφορά τους κληρονομικούς παράγοντες, για να μειώνονται οι πιθανότητες γέννησης ενός παιδιού με κληρονομική ασθένεια, οι μελλοντικοί γονείς πρέπει να ελέγχονται. Τους δίνεται έτσι η δυνατότητα να διαπιστώσουν αν είναι φορείς κάποιας κληρονομικής ανωμαλίας, όπως είναι η μεσογειακή, η δρεπανοκυτταρική αναιμία κ.ά. Μπορούν ακόμα να ζητήσουν γενετική συμβουλή, ειδικά αν υπάρχουν περιπτώσεις κληρονομικών ανωμαλιών στο οικογενειακό περιβάλλον τους ή αν η μητέρα είναι σε σχετικά μεγάλη ηλικία. Σ' αυτή την περίπτωση οι πιθανότητες να γεννηθεί παιδί με σύνδρομο Down είναι αυξημένες.

Προγεννητικός έλεγχος

Στην περίπτωση που υπάρχει αυξημένη πιθανότητα το έμβρυο να εμφανίσει κάποια γονιδιακή ή χρωμοσωμική ανωμαλία συνιστάται προγεννητικός έλεγχος. Οι κυριότερες από τις μεθόδους προγεννητικού ελέγχου είναι η αμνιοπαρακέντηση και η λήψη χοριακής λάχνης. Η αμνιοπαρακέντηση



Αμνιοπαρακέντηση



Λήψη χοριακής λάχνης

συνίσταται στη λήψη αμνιακού υγρού μεταξύ της 15ης και 17ης εβδομάδας της κύησης. Η λήψη χοριακής λάχνης γίνεται μεταξύ της 8ης και 12ης εβδομάδας. Με τους παραπάνω τρόπους λαμβάνονται εμβρυϊκά κύτταρα, που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του καρυότυπου, και για άλλες αναλύσεις, οι οποίες επιτρέπουν τη διάγνωση πολλών γενετικών ανωμαλιών.
Πολλές φορές, όταν το κυοφορούμενο έμβρυο έχει κάποια χρωμοσωμική ανωμαλία, η κύηση διακόπτεται αυτόματα. Αυτό το φαινόμενο της αυτόματης αποβολής μπορεί να συμβεί και σε περιπτώσεις που ο τροφοβλάστης δεν παράγει αρκετή γοναδοτροπίνη, με αποτέλεσμα να μην αναστέλλεται η έμμηνος ρύση.

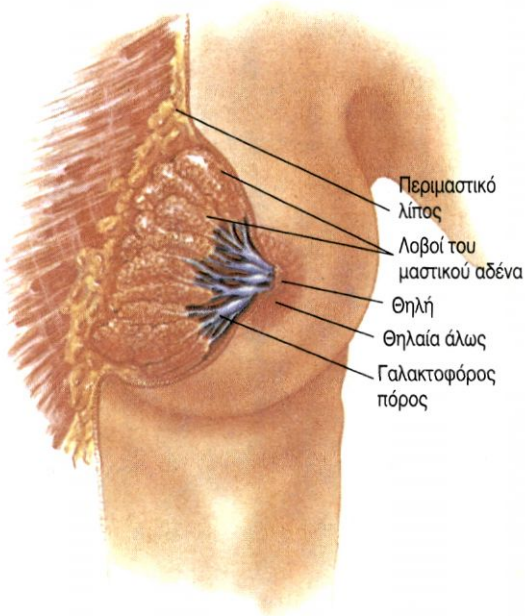
Γνωρίζετε ότι:

Η ηθελημένη διακοπή της κύησης ονομάζεται έκτρωση και γίνεται είτε με απόξεση είτε με αναρρόφηση του εμβρύου. Σύμφωνα με στοιχεία της Εταιρείας Οικογενειακού προγραμματισμού στην Ελλάδα γίνονται 150.000 εκτρώσεις το χρόνο, ενώ το σύνολο των τοκετών είναι 100.000. Μέσα σε 20 χρόνια οι εκτρώσεις έχουν διπλασιαστεί σε κοπέλες κάτω των 18 ετών. Κάθε χρόνο γίνονται 10.000 τοκετοί από ανήλικες μητέρες.

Θηλασμός

Ο μαστός στις γυναίκες έχει σχήμα ημισφαιρικό και περιλαμβάνει το περιμαστικό λίπος και το μαστικό αδένα, ο οποίος αποτελείται από 15-25 λοβούς. Στο κέντρο του μαστού υπάρχει η θηλή, στην οποία εκβάλλουν οι γαλακτοφόροι πόροι των λοβών και η οποία περιβάλλεται από τη θηλαία άλω (εικ. 12.14).

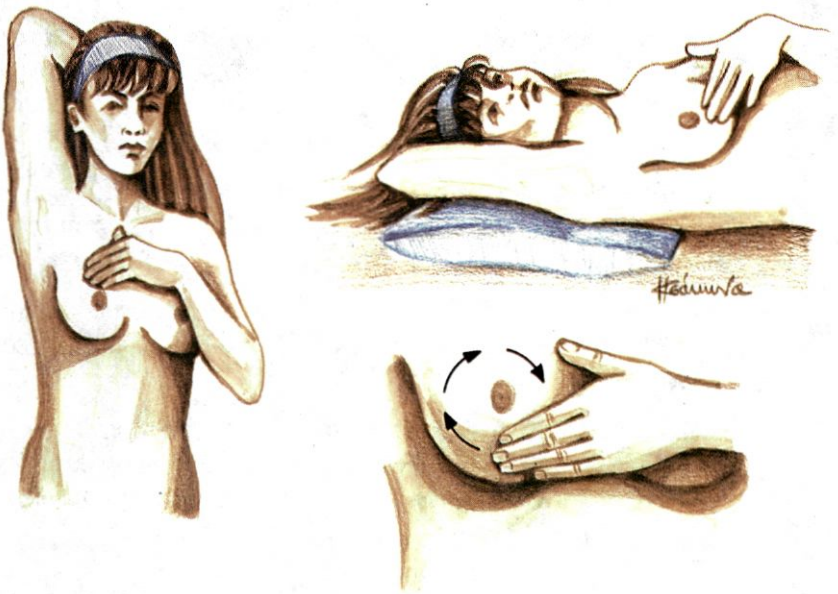
Κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης οι λοβοί αυξάνονται σε αριθμό και σε μέγεθος.



εικ. 12.14 Ο μαστός

Αμέσως μετά τον τοκετό η υπόφυση παράγει σε μεγαλύτερα ποσά την ορμόνη **προλακτίνη** (εικ. 12.9), η οποία ενεργοποιεί τη διαδικασία παραγωγής γάλακτος. Όταν το μωρό θηλάζει, οι νευρικές απολήξεις στη θηλαία άλω ερεθίζονται και στέλνουν νευρικά μηνύματα στον υποθάλαμο, ο οποίος διεγείρει την υπόφυση για παραγωγή της **ωκυτοκίνης**. Η ορμόνη αυτή φτάνει με το αίμα στους μαστούς και προκαλεί σύσπαση των λοβών. Έτσι, το γάλα ρέει από τους γαλακτοφόρους πόρους στη θηλή και στη συνέχεια στο νεογνό. Όσο περισσότερο θηλάζει το νεογνό τόσο περισσότερη ωκυτοκίνη εκκρίνεται.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο γυναικείο μαστό, στον οποίο ενδέχεται να δημιουργηθούν όγκοι, καλοήθεις ή κακοήθεις. Κάθε γυναίκα πρέπει να αυτοεξετάζει τακτικά τους μαστούς της (εικ. 12.15) και αν είναι σε ηλικία άνω των σαράντα ετών, να κάνει περιοδικά μαστογραφία. Πρέπει να κάνει επίσης και τεστ Παπανικολάου για έλεγχο της μήτρας.



εικ. 12.15 Στο μαστό μερικές φορές δημιουργούνται όγκοι, οι οποίοι μπορεί να εντοπιστούν με αυτοεξέταση. Οι 4 στις 5 περιπτώσεις καρκίνου του μαστού βρέθηκαν από τις ίδιες τις γυναίκες. Παρακάτω παραθέτουμε τα βασικά βήματα για την αυτοεξέταση του μαστού. Η διαδικασία αυτή καλό είναι να γίνεται μία φορά το μήνα, λίγες μέρες μετά το τέλος του εμμηνορρυσιακού κύκλου. Η αυτοεξέταση του μαστού έχει σκοπό την έγκαιρη ανακάλυψη όγκων, με αποτέλεσμα την ευκολότερη και πληρέστερη θεραπεία τους.

- *Σταθείτε μπροστά στον καθρέπτη και εξετάστε προσεκτικά τους μαστούς σας για οποιαδήποτε αλλαγή στο σχήμα ή το χρώμα τους.*
- *Ξαπλώστε το κρεβάτι σας, αφού προηγουμένως τοποθετήσετε ένα μαξιλάρι κάτω από το δεξί σας ώμο. Βάλτε το δεξί σας χέρι κάτω από το κεφάλι σας. Στη συνέχεια, με τα δάκτυλα του αριστερού σας χεριού κάντε μικρούς κύκλους, πιέζοντας ελαφρά αλλά σταθερά, και προσπαθήστε να εντοπίσετε τυχόν διογκώσεις ή και σκληρύνσεις. Με τον ίδιο τρόπο εξετάστε και τη μασχάλη σας.*
- *Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία και για το αριστερό σας στήθος. Αν βρείτε οποιαδήποτε αλλαγή συμβουλευθείτε αμέσως το γιατρό σας, χωρίς να πανικοβληθείτε, γιατί πάνω από το 80% των όγκων του μαστού δεν είναι καρκίνος.*

Τα πλεονεκτήματα του θηλασμού

- *Ο θηλασμός είναι ένας οικονομικός, πρακτικός και εύκολος τρόπος να ταΐζεις το μωρό. Δε χρειάζεται πολλές προετοιμασίες, όπως μέτρημα της δόσης, βράσιμο του νερού, καθαρισμό και αποστείρωση των μπουκαλιών. Το γάλα της μητέρας είναι διαθέσιμο όποτε χρειαστεί και στη σωστή θερμοκρασία.*
- *Το μητρικό γάλα έχει όλα τα συστατικά που χρειάζεται το μωρό και στις σωστές αναλογίες. Είναι πιο εύπεπτο και αφομοιώνεται πιο αποτελεσματικά από το νεογέννητο. Γι' αυτό τα μωρά που θηλάζουν τρώνε πιο συχνά από αυτά που τρέφονται με τεχνητό γάλα.*
- *Το μητρικό γάλα περιέχει αντισώματα. Έρευνες έδειξαν ότι τα μωρά που θηλάζουν εμφανίζουν σπανιότερα γαστρεντερικές και αναπνευστικές μολύνσεις.*
- *Ο θηλασμός συμβάλλει στην ανάπτυξη ενός στενότερου δεσμού μεταξύ της μητέρας και του μωρού. Το μωρό που θηλάζει νιώθει περισσότερη ζεστασιά και ασφάλεια.*
- *Ο θηλασμός προσφέρει πλεονεκτήματα και στη μητέρα. Πράγματι, κατά τη διάρκεια του θηλασμού εκκρίνονται ορμόνες. Αυτές προκαλούν συσπάσεις στη μήτρα, οι οποίες συμβάλλουν στο να αποκτήσει ταχύτερα το αρχικό της μέγεθος.*

Στειρότητα

Πολλά ζευγάρια δεν μπορούν να τεκνοποιήσουν. Η αδυναμία σύλληψης μπορεί να οφείλεται σε προβλήματα που αφορούν είτε τον άντρα είτε την γυναίκα.

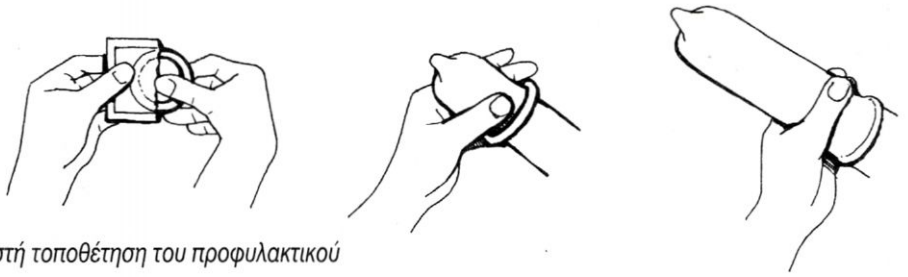
Η αντρική στειρότητα οφείλεται κυρίως σε ανεπαρκή παραγωγή σπερματοζωαρίων ή στην παραγωγή μεγάλου ποσοστού ανώμαλων σπερματοζωαρίων. Στα αίτια περιλαμβάνονται οι ακτινοβολίες, η υψηλή θερμοκρασία στην περιοχή των όρχεων, χημικές ενώσεις και διάφορες ασθένειες. Αν, για παράδειγμα, ένας έφηβος περάσει παρωτίτιδα, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να μειωθεί η ικανότητά του να παράγει φυσιολογικά σπερματοζωάρια.

Η γυναικεία στειρότητα οφείλεται κυρίως στην ανεπάρκεια παραγωγής ωαρίων ή / και στην απόφραξη των σαλπίγγων. Μερικές φορές τα αίτια της στειρότητας μπορούν να αντιμετωπιστούν χειρουργικά ή φαρμακευτικά. Σήμερα υπάρχει η δυνατότητα χορήγησης ορμονών με σκοπό την πρόκληση πολλαπλής ωοθυλακιορρηξίας, με πιθανή συνέπεια την πολλαπλή κύηση.

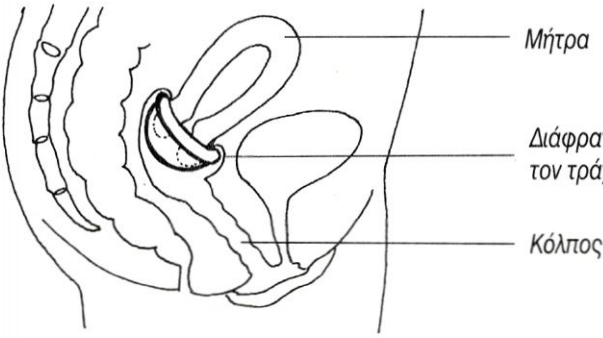
Τα ζευγάρια έχουν επίσης τη δυνατότητα να επιλέξουν κάποιο είδος τεχνητής γονιμοποίησης. Στην εξωσωματική γονιμοποίηση διεγείρονται ορμονικά οι ωοθήκες για να παραγάγουν πολλά ωάρια. Τα ωάρια αυτά αφαιρούνται και στη συνέχεια γονιμοποιούνται σε δοκιμαστικό σωλήνα. Το γονιμοποιημένο ωάριο τοποθετείται τελικά στη μήτρα, όπου η κύηση θα συνεχιστεί φυσιολογικά (παιδιά του σωλήνα).

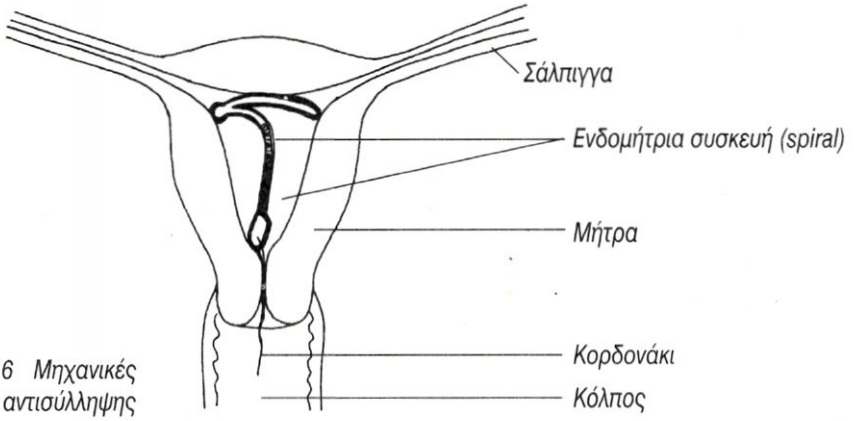
Εξωσωματική γονιμοποίηση

Μία από τις αιτίες για τις οποίες πολλά ζευγάρια δεν μπορούν να αποκτήσουν παιδιά είναι η απόφραξη των ωαγωγών. Η απόφραξη των ωαγωγών εμποδίζει το σπερματοζωάριο να φτάσει το ωάριο και να το γονιμοποιήσει. Κάποιες από τις περιπτώσεις είναι αρκετά σοβαρές, που σημαίνει ότι δεν μπορεί να αποκατασταθεί η φυσιολογική λειτουργία των ωαγωγών ούτε και με χειρουργική επέμβαση. Σ' αυτές τις περιπτώσεις λύση μπορεί να δώσει η εξωσωματική γονιμοποίηση του ωαρίου (IVF - In Vitro Fertilization) και η εμφύτευση στη συνέχεια του εμβρύου στη μήτρα της μητέρας.
Αρχικά χορηγούνται ορμόνες στη γυναίκα, ώστε να αυξηθεί η παραγωγή ωαρίων, και οι ωοθήκες της παρακολουθούνται με υπερηχογράφο, για να προσδιοριστεί ο χρόνος απελευθέρωσης των ώριμων ωαρίων. Στη συνέχεια, με χρήση τοπικού αναισθητικού ο ειδικευμένος γιατρός συλλέγει τα ωάρια (που συνήθως είναι αρκετά) με ένα ειδικό σωλήνα. Τα ωάρια διατηρούνται σε κατάλληλο θρεπτικό υλικό σε επωαστικό κλίβανο. Παράλληλα παραλαμβάνεται σπέρμα από τον άντρα, το οποίο διαχωρίζεται με φυγοκέντρηση σε σπερματοζωάρια και σε σπερματικό υγρό. Ένα μέρος από τα σπερματοζωάρια προστίθεται στο υλικό που περιέχει τα ωάρια.
Αν συμβεί γονιμοποίηση, το έμβρυο παραλαμβάνεται, διατηρείται για δύο ή περισσότερες ημέρες σε θρεπτικό υλικό,ώσπου να φτάσει στο στάδιο των τεσσάρων κυττάρων. Στη συνέχεια τοποθετείται στη μήτρα της μητέρας, όπου μπορεί να εμφυτευτεί στα τοιχώματά της. Το ποσοστό επιτυχίας αυτής της μεθόδου είναι 10% περίπου. Για να αυξηθεί η πιθανότητα επιτυχίας, συνήθως τοποθετούνται περισσότερα του ενός έμβρυα. Αυτό έχει, σε σπάνιες περιπτώσεις, ως αποτέλεσμα την πολλαπλή κύηση.



Σωστή τοποθέτηση του προφυλακτικού





εικ. 12.16 Μηχανικές μέθοδοι αντισύλληψης

Έλεγχος γεννήσεων - Οικογενειακός προγραμματισμός

Για τα ζευγάρια που για διάφορους λόγους δεν επιθυμούν να τεκνοποιήσουν υπάρχουν **μέθοδοι αντισύλληψης**. Αυτές διακρίνονται σε φυσικές, μηχανικές, ορμονικές, χημικές και χειρουργικές.

Στις φυσικές μεθόδους περιλαμβάνεται η διακεκομμένη συνουσία:

Είναι η πιο απλή αλλά και η πιο αναξιόπιστη μέθοδος, γιατί μερικές σταγόνες σπέρματος μπορεί να διαφύγουν και πριν από την εκσπερμάτωση. Η ημερολογιακή μέθοδος βασίζεται στο γεγονός ότι η ωοθυλακιορρηξία συμβαίνει μόνο μία φορά το μήνα και ότι τα

γεννητικά κύτταρα ζουν μόνο λίγες μέρες. Αν μία γυναίκα έχει σταθερό κύκλο 28 ημερών, τότε οι γόνιμες ημέρες της προσδιορίζονται μεταξύ της 10ης και της 17ης μέρας. Και αυτή η μέθοδος δεν είναι και τόσο αξιόπιστη, γιατί οι μέρες της ωοθυλακιορρηξίας παρουσιάζουν διακυμάνσεις από μήνα σε μήνα.

Στις μηχανικές μεθόδους (εικ. 12.16) περιλαμβάνονται το διάφραγμα, το αυχενικό κάλυμμα, το προφυλακτικό (αντρικό και γυναικείο) και οι ενδομήτριες συσκευές (spiral). Από αυτές οι τρεις πρώτες εμποδίζουν την είσοδο των σπερματοζωάριων στον κόλπο, ενώ οι ενδομήτριες συσκευές, που είναι μικρές και εύκαμπτες, αποτρέπουν την εμφύτευση στη μήτρα ενός γονιμοποιημένου ωαρίου. Το διάφραγμα, το αυχενικό κάλυμμα και οι ενδομήτριες συσκευές τοποθετούνται πάντοτε από γυναικολόγο. Οι ενδομήτριες συσκευές ενδέχεται να προκαλέσουν φλεγμονή των σαλπίγγων και δε συνιστώνται σε νεαρές γυναίκες.

Στις χημικές μεθόδους περιλαμβάνονται διάφορα χημικά σπερματοκτόνα, τα οποία, με τη μορφή κρέμας, αφρού ή ζελέ εισάγονται στον κόλπο πριν από τη συνουσία. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με κάποια από τις μηχανικές μεθόδους.

Στις ορμονικές μεθόδους περιλαμβάνεται η χρήση αντισυλληπτικών χαπιών. Τα χάπια αυτά περιέχουν συνθετικές ορμόνες (οιστρογόνα ή / και προγεστερόνη) και διακόπτουν την ωοθυλακιορρηξία ή αποτρέπουν την εμφύτευση του γονιμοποιημένου ωαρίου. Τα αντισυλληπτικά χάπια πρέπει να λαμβάνονται με την καθοδήγηση ιατρού. Ενοχοποιούνται για τη δημιουργία προβλημάτων στο κυκλοφορικό σύστημα, για καρκινογενέσεις κτλ.

Αν κάποιο ζευγάρι αποφασίσει να τεκνοποιήσει, δεν έχει παρά να διακόψει τη μέθοδο αντισύλληψης που ακολουθεί.

Επίδραση του τρόπου ζωής στη λειτουργία του αναπαραγωγικού συστήματος

Με τη σεξουαλική επαφή είναι δυνατόν να μεταδοθούν διάφορα νοσήματα. Αυτά χαρακτηρίζονται ως **σεξουαλικά μεταδιδόμενα** ή **αφροδίσια νοσήματα** (Πίνακας 12.1). Συμπτώματα όπως πόνος ή ερεθισμός στη γενετική περιοχή, τσούξιμο κατά την ούρηση, διογκωμένοι αδένες, μη φυσιολογικά εκκρίματα από τον κόλπο ή από το πέος, πληγές, φουσκάλες στη γεννητική περιοχή ή στο στόμα πρέπει να οδηγούν χωρίς καθυστέρηση στον ειδικό γιατρό. Είναι σημαντικό να ζητηθούν αμέσως ιατρικές συμβουλές και να αρχίσει έγκαιρα η θεραπεία. Διαφορετικά, υπάρχει κίνδυνος σοβαρής βλάβης των αναπαραγωγικών οργάνων και ενδεχόμενο επιπλοκών με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του ατόμου. Υπάρχει επίσης κίνδυνος να μεταδοθεί η ασθένεια από τον ένα ερωτικό σύντροφο στον άλλο ακόμα και στους απογόνους. Γι' αυτό αν, τελικά, κάποιος διαπιστώσει ότι πάσχει από ένα αφροδίσιο νόσημα, θα πρέπει να ενημερώσει αμέσως κάθε πρόσφατο ερωτικό του σύντροφο.

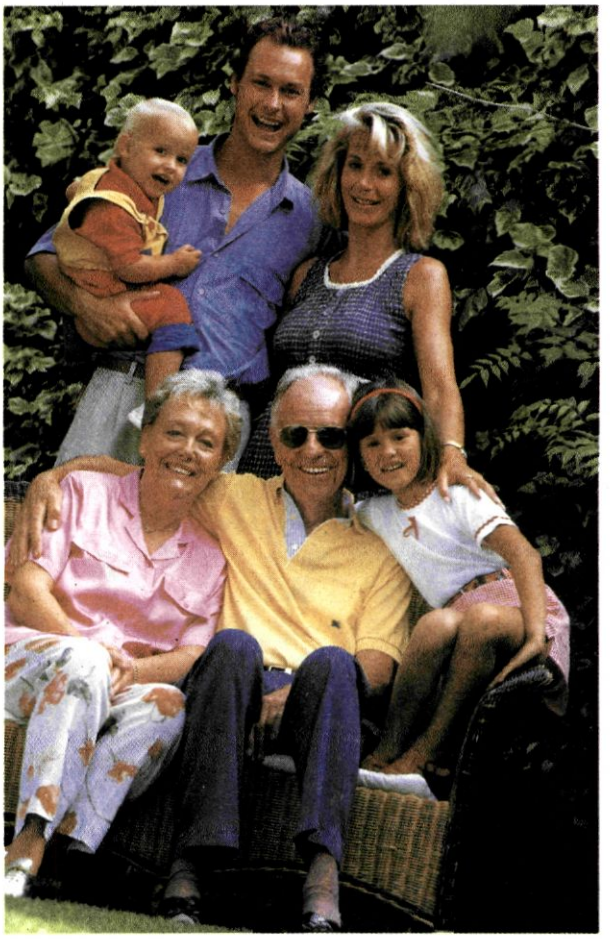
Εκτός από το θανατηφόρο AIDS όλα τα άλλα αφροδίσια νοσήματα αντιμετωπίζονται σχετικά εύκολα στα αρχικά τους στάδια. Η μη έγκαιρη αντιμετώπισή τους ενδέχεται να προκαλέσει σοβαρές επιπλοκές. Η αποχή και η πιστή μονογαμική σχέση προσφέρουν λύσεις ενάντια στα αφροδίσια νοσήματα και ειδικότερα στο AIDS. Όσοι όμως επιμένουν να έχουν πολλούς ερωτικούς συντρόφους, θα πρέπει απαραίτητα να χρησιμοποιούν προφυλακτικό. Αυτό αφ' ενός δρα ως αντισυλληπτικό μέσο εφ' ετέρου μειώνει σημαντικά την πιθανότητα μετάδοσης των αφροδίσιων νοσημάτων.

Πίνακας 12.1

Παθήσεις που οφείλονται σε βακτήρια	Συμπτώματα στους άντρες	Συμπτώματα στις γυναίκες	Παρατηρήσεις
Γονόρροια Οφείλεται στο βακτήριο *Neisseria gonorrheae*	Επώδυνη ούρηση, αποβολή πυώδους εκκρίματος από το πέος. Τα συμπτώματα αυτά εμφανίζονται 2-10 μέρες μετά τη μόλυνση	Ασυμπτωματική συνήθως. Μη φυσιολογικά εκκρίματα από τον κόλπο ή από την ουρήθρα. Επώδυνη ούρηση Αν η λοίμωξη επεκταθεί στη μήτρα και στις σάλπιγγες, προκαλείται πόνος χαμηλά στην κοιλιά.	Αν δεν αντιμετωπιστεί, μπορεί να εξαπλωθεί στο σπερματικό πόρο και να προκαλέσει στειρότητα ή αρθρίτιδα.
Σύφιλη Οφείλεται στο βακτήριο *Treponema pallidum*	3 εβδομάδες περίπου μετά τη μόλυνση, στο 1° στάδιο, εμφανίζεται στο πέος, στον κόλπο ή στον πρωκτό, μία ανώδυνη σκληρή πληγή, η οποία περιέχει πολυάριθμα μικρόβια και γι' αυτό είναι πολύ μολυσματική. Η πληγή αυτή εξαφανίζεται σε λίγες εβδομάδες, αλλά η νόσος εξελίσσεται, και μέσα σε 3 μήνες φτάνει στο 2° στάδιο.		Στο 2° στάδιο εμφανίζονται εξανθήματα χωρίς φαγούρα. Αν η ασθένεια εξελιχτεί, 10-20 χρόνια αργότερα, στο 3° στάδιο, ο άρρωστος μπορεί να τυφλωθεί, να τρελαθεί και τέλος να πεθάνει.
Χλαμύδια Οφείλονται στο βακτήριο *Chlamydia*	Τσούξιμο κατά την ούρηση	Οι περισσότερες γυναίκες δεν παρουσιάζουν συμπτώματα. Σε αρκετές εκκρίνεται ένα κιτρινωπό δύσοσμο υγρό	Βλάβες στα τοιχώματα του κόλπου, στην ουροφόρο οδό, στο στόμα, στα μάτια. Φλεγμονή πυέλου με αποτέλεσμα τη στείρωση. Η ασθένεια μπορεί να μεταδοθεί στο παιδί και να του προκαλέσει επιπεφυκίτιδα ή / και πνευμονία.

Παθήσεις που οφείλονται σε ιούς	Συμπτώματα στους άντρες και στις γυναίκες	Παρατηρήσεις
Κονδυλώματα Οφείλονται στον ιό *Human Papilloma Virus* (HPV), ο οποίος αναπαράγεται στον πυρήνα των κυττάρων του δέρματος.	4-20 εβδομάδες μετά τη μόλυνση εμφανίζονται κονδυλώματα στο πέος, στα χείλη του αιδοίου και μέσα ή γύρω από τον πρωκτό. Μερικές φορές εξαφανίζονται ξαφνικά, αλλά συχνά επανεμφανίζονται	Έχουν συνδεθεί με αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου της μήτρας.
Γεννητικός έρπης Οφείλεται στον ιό *Herpes Virus I*	3-20 μέρες μετά τη μόλυνση παρουσιάζεται πόνος στην επιφάνεια του δέρματος, τσούξιμο στο πέος ή στον κόλπο και εμφανίζονται μικρές φυσαλίδες που, στη συνέχεια, διογκώνονται, γιατί γεμίζουν με υγρό. Ακολουθεί σπάσιμο και δημιουργία κρούστας.	Έχει συνδεθεί με αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου της μήτρας
AIDS Σύνδρομο Επίκτητης Ανοσοποιητικής Ανεπάρκειας. Οφείλεται στον ιό HIV *(Human Immunodeficiency Virus)*, ο οποίος αναπαράγεται στα Τ λεμφοκύτταρα, με συνέπεια την καταστροφή του ανοσοποιητικού συστήματος.	Οι περισσότεροι από αυτούς που έχουν προσβληθεί από τον ιό νιώθουν απόλυτα υγιείς και δεν εμφανίζουν κανένα σύμπτωμα. Μερικοί λίγο μετά την έκθεσή τους στον ιό παρουσιάζουν πυρετό ο οποίος όμως υποχωρεί. Πολλοί από αυτούς που έχουν προσβληθεί από τον ιό μπορεί να μην το γνωρίζουν και να τον μεταδίδουν εν αγνοία τους σε άλλους. Ένα μεγάλο ποσοστό των φορέων εκδηλώνει τη νόσο ύστερα από 5-10 χρόνια ή και περισσότερα. Το άτομο παρουσιάζει πυρετό, διάρροιες, απώλεια βάρους, διόγκωση των λεμφαδένων λόγω ευκαιριακών μολύνσεων (πνευμονίες, μυκητιάσεις, ιώσεις κ.ά.). Τέλος εμφανίζονται στους φορείς διάφορες μορφές καρκίνου όπως το σάρκωμα Kaposi.	Ο ιός μπορεί να μεταδοθεί, διά μέσου του πλακούντα, από τη μητέρα στο έμβρυο. Μπορεί επίσης να μεταδοθεί στο νεογνό κατά τον τοκετό ή από το μητρικό γάλα.

Παθήσεις που οφείλονται σε άλλες αιτίες	Συμπτώματα στους άντρες	Συμπτώματα στις γυναίκες
Μυκητίαση Οφείλεται σε μύκητες του γένους *Monilia* ή *Candida*	Κνησμός στη βάλανο, μικρά επιφανειακά έλκη στο πέος ή στο όσχεο.	Έντονος ερεθισμός και κνησμός στον κόλπο και στο αιδοίο, παχύρρευστο λευκό και άοσμο έκκριμα, ερεθισμός του δέρματος κατά την ούρηση.
Ψείρες Αρθρόποδο *Phthirus pubis* μήκους 1,5 mm περίπου	Πολλοί δεν εμφανίζουν συμπτώματα. Άλλοι νιώθουν φαγούρα, ιδίως τη νύχτα.	Φαγούρα στο εφηβαίο ιδίως τη νύχτα



εικ. 12.17

Ανάπτυξη μετά τον τοκετό - γήρας

Ο οργανισμός μετά τον τοκετό συνεχίζει να αναπτύσσεται, και φυσιολογικά περνάει από τα στάδια της βρεφικής, παιδικής και εφηβικής ηλικίας ώσπου να ενηλικιωθεί (εικ. 12.17). Η **βρεφική ηλικία** διαρκεί δύο περίπου χρόνια και χαρακτηρίζεται από ραγδαία ανάπτυξη. Κατά την **παιδική ηλικία** αλλάζουν προοδευτικά οι αναλογίες του σώματος. Κατά την **εφηβεία** η ανάπτυξη επιταχύνεται, εμφανίζονται τα δευτερεύοντα χαρακτηριστικά του φύλου, ενώ τα γεννητικά όργανα ωριμάζουν και γίνονται λειτουργικά. Οι νεαροί **ενήλικες** έχουν φτάσει στο μέγιστο της μυϊκής τους δύναμης και της αντιληπτικής τους ικανότητας. Προοδευτικά όμως και ανεπαίσθητα το σώμα χάνει ορισμένες ικανότητές του, και τελικά έρχεται το τελευταίο στάδιο, το **γήρας**. Η διαδικασία αυτή, που είναι μη αναστρέψιμη, οφείλεται σε κληρονομικούς και σε εξωγενείς παράγοντες.

Το οξυγόνο, παρά το ότι είναι απαραίτητο για τις μεταβολικές διεργασίες και την παραγωγή ενέργειας, είναι ταυτόχρονα δυνητικά τοξικός παράγοντας, διότι προκαλεί την παραγωγή ελεύθερων ριζών. Οι ελεύθερες ρίζες είναι ανηγμένα μόρια, τα οποία προκαλούν καταστροφές κυρίως στο DNA και στις μεμβράνες των κυττάρων. Ιστοί που αποτελούνται από κύτταρα που δεν πολλαπλασιάζονται, όπως ο εγκέφαλος και η καρδιά, εμφανίζουν υψηλό ποσοστό καταστροφής από τις ελεύθερες ρίζες. Τα κύτταρα προστατεύονται από τις ελεύθερες ρίζες παράγοντας αντιοξειδωτικά ένζυμα. Παρατηρήθηκε σε πειραματόζωα ότι η υπερέκκριση των ενζύμων αυτών αυξάνει το μέσο όρο ζωής τους. Με την ηλικία, όμως, όλο και περισσότερα κύτταρα υφίστανται εκφυλιστικές αλλαγές, καθώς πολλαπλασιάζονται. Οι εκφυλιστικές αυτές αλλαγές οφείλονται στη συσσώρευση μεταλλάξεων στο γενετικό τους υλικό. Μία από τις συνέπειες των αλλαγών αυτών είναι η μείωση της παραγωγής των αντιοξειδωτικών ενζύμων.

Λόγω των βλαβών που συμβαίνουν στις μεμβράνες των κυττάρων, ορισμένοι υποδοχείς δεν είναι σε θέση να αναγνωρίζουν ορμόνες, αντιγόνα κτλ., με αποτέλεσμα συστήματα όπως το ορμονικό, το ανοσοποιητικό κ.ά. να εξασθενούν. Η εξασθένιση της λειτουργικότητας του ορμονικού συστήματος μπορεί να επηρεάσει διάφορα όργανα όπως το πάγκρεας, με αποτέλεσμα την εμφάνιση διαβήτη τύπου ΙΙ. Επίσης, το ανοσοποιητικό σύστημα χάνει την αποτελεσματικότητά του και η πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου αυξάνεται. Η οστεοπόρωση σχετίζεται με την προοδευτική μείωση της οστικής πυκνότητας και είναι συχνή στους ηλικιωμένους. Σημαντικό ρόλο στην εμφάνισή της παίζουν και ορισμένοι εξωγενείς παράγοντες όπως το κάπνισμα, η κατάχρηση οινοπνευματωδών και η ανεπαρκής πρόσληψη ασβεστίου. Ένα συγκρατημένο πρόγραμμα ασκήσεων επιβραδύνει τη μείωση της οστικής μάζας.

Επειδή το γήρας δεν οφείλεται μόνο σε γενετικούς αλλά και σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, μπορούμε να επιβραδύνουμε την εμφάνισή του, αν αποφύγουμε ορισμένες αρνητικές συμπεριφορές όπως είναι το κάπνισμα, και υιοθετήσουμε θετικές όπως είναι η ισορροπημένη διατροφή και η άσκηση.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ζυγωτό, καθώς παρασύρεται προς τη μήτρα, διαιρείται και έτσι σχηματίζεται αρχικά το μορίδιο (συσσωμάτωμα κυττάρων) και στη συνέχεια το γαστρίδιο (κοίλη σφαίρα από κύτταρα). Το γαστρίδιο την 6η περίπου μέρα εμφυτεύεται στο ενδομήτριο με τη βοήθεια κυτταρικών προεκβολών. Αυτές θα σχηματίσουν το χόριο.

Κατά την 3η εβδομάδα αρχίζει ο σχηματισμός του πλακούντα και των τριών εξωεμβρυϊκών μεμβρανών (αμνιακός σάκος, λεκιθικός σάκος και αλλαντοϊκή μεμβράνη). Παράλληλα, τα κύτταρα του εμβρυϊκού δίσκου διαφοροποιούνται και δίνουν τα διάφορα όργανα του εμβρύου. Το έμβρυο συνδέεται, διά μέσου του ομφάλιου λώρου, με τον πλακούντα. Ο πλακούντας χρησιμεύει για την ανταλλαγή θρεπτικών και άχρηστων ουσιών μεταξύ του αίματος της μητέρας και του εμβρύου.

Από το 2ο τρίμηνο και μετά αναπτύσσονται τα διάφορα όργανα και τελικά ύστερα από 9 μήνες περίπου συμβαίνει ο τοκετός, ο οποίος ολοκληρώσεται σε τρία στάδια.

Συνήθως γεννιέται ένα βρέφος ανά τοκετό. Τα διζυγωτικά δίδυμα προέρχονται από τη γονιμοποίηση δύο ωαρίων, ενώ τα μονοζυγωτικά από τη γονιμοποίηση ενός ωαρίου.

Η υγεία του εμβρύου επηρεάζεται από τον τρόπο ζωής της μητέρας (όπως π.χ. το κάπνισμα), από ασθένειες που ενδέχεται να την προσβάλλουν κατά την εγκυμοσύνη (όπως π.χ. η ερυθρά), από τη διατροφή της, καθώς και από άλλους παράγοντες. Οι κληρονομικές ασθένειες μπορεί να προληφθούν, αν οι μέλλοντες γονείς προβούν σε προγεννητικό έλεγχο.

Ο οργανισμός μετά τον τοκετό συνεχίζει να αναπτύσσεται, και φυσιολογικά περνάει από τα στάδια της βρεφικής, παιδικής και εφηβικής ηλικίας ώσπου να ενηλικιωθεί. Από το στάδιο της ενηλικίωσης ο οργανισμός χάνει προοδευτικά και ανεπαίσθητα ορισμένες ικανότητές του, και τελικά έρχεται το τελευταίο στάδιο, το γήρας. Η διαδικασία αυτή οφείλεται σε κληρονομικούς και σε εξωγενείς παράγοντες

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να ενώσετε με γραμμές τις ορμόνες με τους αδένες που τις παράγουν.

Προγεστερόνη	
Τεστοστερόνη	Όρχεις
Θυλακιοτρόπος ορμόνη	Ωοθυλάκιο
Γοναδοτροπίνη	Υπόφυση
Ωχρινοτρόπος ορμόνη	Ωχρό σωμάτιο
Οιστρογόνα	Τροφοβλάστης

2. Να τοποθετήσετε τα παρακάτω στάδια της εμβρυογένεσης στη σωστή σειρά τους.
   Βλαστίδιο, έμβρυο, γαστρίδιο, ζυγωτό, μορίδιο.

3. Το τεστ κύησης συνίσταται στην ανίχνευση μιας ορμόνης στο αίμα ή στα ούρα της γυναίκας. Για ποια ορμόνη πρόκειται; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

4. Σε ποια όργανα παράγεται το αίμα του εμβρύου κατά τα διάφορα στάδια ανάπτυξής του;

5. Να περιγράψετε το σχηματισμό του πλακούντα και να αναφέρετε τους ρόλους του.

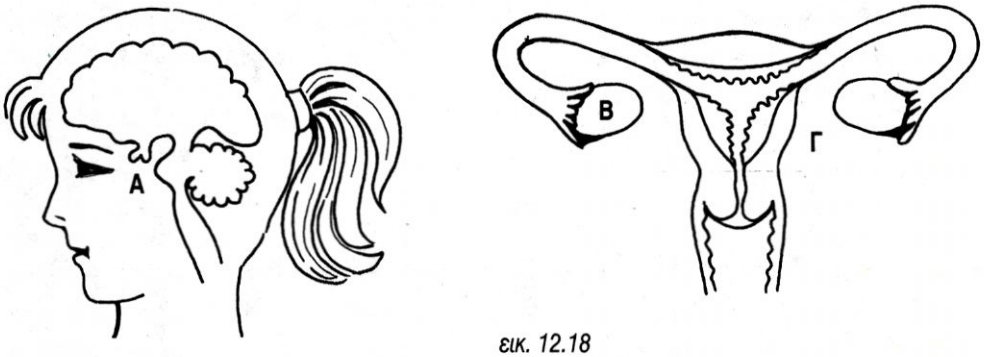
6. Να αντιστοιχίσετε τα παρακάτω γεγονότα με το στάδιο του τοκετού στο οποίο συμβαίνουν.
Περιοδικοί πόνοι, ρήξη αμνιακού σάκου, συσπάσεις της μήτρας κάθε 10 λεπτά, αποκόλληση του πλακούντα, συσπάσεις της μήτρας κάθε 2 λεπτά, εξώθηση του πλακούντα.

7. Να αντιστοιχίσετε τις παρακάτω αντισυλληπτικές μεθόδους με τον τρόπο δράσης τους

ενδομήτρια συσκευή	• αποτρέπει την εμφύτευση του ζυγωτού στη μήτρα
προφυλακτικό	• εμποδίζει την είσοδο των σπερματοζωαρίων στον κόλπο
διάφραγμα	• προκαλεί διακοπή της ωοθυλακιορρηξίας.
αντισυλληπτικό χάπι	

8. Τα πρόωρα γεννημένα βρέφη παρουσιάζουν δυσκολίες στην πέψη του γάλακτος και στην αναπνοή. Ποια λογική εξήγηση θα μπορούσατε να δώσετε;
9. Δίνονται οι παρακάτω ουσίες: οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, νερό, θρεπτικές ουσίες (γλυκόζη, αμινοξέα, βιταμίνες), ουρία, αντισώματα, ορμόνες, οινόπνευμα, νικοτίνη, ιοί, που προκαλούν την ερυθρά.
α. Ποιες από τις παραπάνω ουσίες κατευθύνονται από τη μητέρα στο έμβρυο;
β. Ποιες από τις παραπάνω ουσίες κατευθύνονται από το έμβρυο στη μητέρα;

10. Να αναγνωρίσετε και να ονομάσετε τις δομές Α, Β και Γ στην εικόνα 12.18
α. Κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου του ωοθυλακικού κύκλου, με ποιο τρόπο το Α επιδρά πάνω στο Β; Τι συμβαίνει τότε στο Β; Με ποιο τρόπο το Β επιδρά στο Γ; Τι μεταβολές συμβαίνουν τότε στο Γ;
β. Κατά τη διάρκεια του δεύτερου σταδίου του ωοθυλακικού κύκλου, με ποιο τρόπο το Α επιδρά πάνω στο Β; Τι συμβαίνει τότε στο Β; Με ποιο τρόπο το Β επιδρά στο Γ; Τι μεταβολές συμβαίνουν τότε στο Γ;
γ. Τι συμβαίνει στο όργανο Β την 14η ημέρα του εμμηνορρυσιακού κύκλου;
δ. Τι συμβαίνει στο όργανο Γ την 28η ημέρα του εμμηνορρυσιακού κύκλου;



εικ. 12.18

ΣΥΜΒΟΛΑ - ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

cAMP	κυκλική Μονοφωσφορική Αδενοσίνη
ΑΝΣ	Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα
ATP	Τριφωσφορική Αδενοσίνη
°C	βαθμοί Κελσίου
cm	εκατοστόμετρο
dB	ντεσιμπέλ (μονάδα μέτρησης της έντασης του ήχου)
Hz	Xertz (μονάδα μέτρησης της συχνότητας)
gr	γραμμάριο
km	χιλιόμετρο
ΚΝΣ	Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
l	λίτρο
mg	χιλιοστό του γραμμαρίου (μιλιγκράμ)
ml	χιλιοστόλιτρο
msec	χιλιοστό του δευτερολέπτου
mV	μιλιβόλτ
μm	μικρόμετρο ($1\mu m = 10^{-6}m$)
N	Νιούτον (Newton)
nm	νανόμετρο ($1nm = 10^{-9}m$)
PET	Positron Emission Tomography - Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων
mRNA	αγγελιοφόρο RNA
ΠΝΣ	Περιφερικό Νευρικό Σύστημα
sec	δευτερόλεπτο